

מהדורה שנייה מעודכנת
ומורחבת

DATA DRIVEN CONSTRUCTION

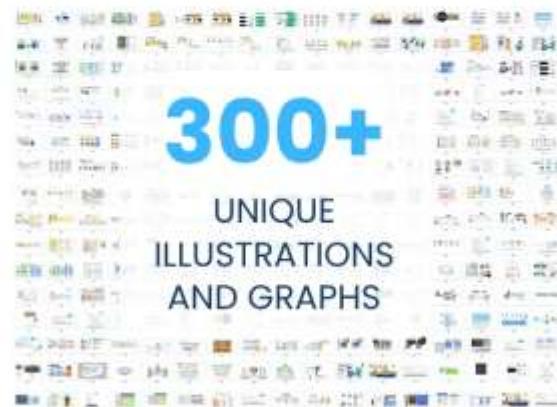
נווט ביעין הנתונים בתעשייה הבנית

עם דוגמאות לשימוש במבנה
מלאכוטית ובמודלים של שפה
גדולה

Artem Boiko



100+
KEY DATA-
RELATED
TOPICS



DATA-DRIVEN CONSTRUCTION

ניווט בעידן הנתונים בתעשייה הבנית

מהדורה שנייה, מותקנת ומורחבת

ארטם בויקו

זה" האחרון של המפורסם במשפט - המידע טכנולוגית של קרוואיל ימס'ג כמו הוא בזיהו, הנתונים זה. זהה המפורסם בספר מוחלפת להיות צריכה אחת מילה רק, "טיפש, הכלכלה הרוامية של כהן, הנתונים בעולם הדרך את למצוות וכדי (התכוונה לא)." טיפש העמוקות בכל קוראיו את מנוט המחבר. "הכרחי הוא ניווט": ביום תקופה שעדיין הקדומים גישה על לדבר לא, מתחפר בלתי ובמצפן בטוחה ביד הנתוני האוקיינוס של והשתחים במבט ניכר רק שלא טוב הומור וחוש מאד מקורית גרפיקה, ולבסוף, מקיפה היסטוריה מה,مرة די לספקנות נלהב אישור בין עזה בזיהו של ספריו הבינלאומית התגובה. שני ולא מקורי נתונים חשוב הוא בזיהו. בגרמניה הספר של הדסנית למדדורה טוב שעשה אפילו, נועחות חמץ *theses* ות מרגשות תובנות לקורא מציע הוא. דוגמטי של הגרמנית למחלה מצוינת תרופה. נוספת מחשבה שמעוררות, פרובוקטיביות לא זה. הכרחי לא זה להיות: תופסת יש להן הלטיני הפתגם, אגב. חבוי קונסנוואליزم לומר לא, הכרחיהם וחייהם חיים הנתונים - הנתונים לעולם בזיהו של גישתו על חל **קליטיים**.

המפורסם BIM: המזין עבור כולן - עצמאי עורך, טליביטרי בורקהרד ר"ד –
מאז וסון ארנסט ידי על שנה מדי 2013.

אירלנד של הלאומי התקנים במכון הלאומית

- הבניה בתעשייה הדיגיטציה של לדמוקרטייה דרך אבן הוא בყוק ארטם של ספר - דרך פרוץ במיווד (SMEs). וביניהם קטעים עסוקם עבור אמית משאך ושינוי יכולות חברות, קחק לאו מעט עם פתוח קו שמודרניים בכלים שימוש באמצעות צורך לא-ברוחיות אותם ולנמה שלן העבודה במחאל כי עילית נזנים לשלב כבר משליחות תחכמת בחבילות היקר השימוש את מבטל זה. בתוכנות עמוק רק לא שורזה מי לכל יקר מדריך והוא לפועל קריאה הוא וה ספר. מסורבלות פעיל באופן אותו ליצב רוצחה גם אלא, הבניה בתעשייה הדיגיטלי השני את להבחן היה הדלע את לשתח' כדי ייחד לעובוד החון עכשי. ומתקנת ייעלה, פרוגמטית בצויה. הבניה תעשיית של הפרויקטיביות את קייא בר באופן ולהבגד

בעלים, קונסטנס HTWG-ב בנייה לניהול פרופסרו, ביולר מקס מיכאל ר"ד –
ב-GemeinWerk Ventures, DevStream-ב-DevStream.

בפובלטם והחוקת הבניה מגיר עבור קרדינלי נכס הוא מידע, בספר שהודגש כפי של החנום לוחאת ומואיצה מדוקית החלטות קבלת על מוד מלחה ננישם בקבלת זה מקור ולニצול לגישה ויעלה ניטרלית וגישה מציע הספר. הפרויקטם מונהה תכנת המשלבת עכשוות גישה משלבת בספר המוגצת המתודולוגיה. החלומות המלאכות היבנה כה נצל יי על. גנים פטויים כלים עם מלאכותית בינה מהלימים ליעל, אוטומציה לשפר שואפת המתודולוגיה, פתוח בקם בתוכנה וושימוש להבנה וקללה ברווחה הספר של השפה. בתחום פעולה ושיטות נגישות ולקדם. באוניברסיטה ואדריכלות יפות לאמנויות הפקולטה דיקון, אולגולו סאליח ר"ד –
BIM-ל אסיאני-האריו הפורום ומארכן, בילם אנטליה

לבולות מעבר הראשונים הצעדים אחד הוא **DataDrivenConstruction** ספר, כאשר, שלן המרכיב והניהול העיצוב מערבות עם, הכנים של הריגל העולם ולשיקופות דיקילת לפחות טמי מתנת לא הנזנים והשבועת המורכבות, ומה הדמניות אילו פשווה בשפה מואה ארטם, בספר. הבניה מתנו עם בעבודה מובהרת קונקרטים צעדים ומספק, בפניו נפתחות נתוניים עם עבודה של מודרנית טכנולוגית מערוכת יובילו لأن להבן שרצחה מיל כל מילאי אני. בעבודתכם מיד ליישם שינת שההפקה להבנין כדי בקפידה היה הספר את למלוד הבניה בתעשייה האוטומטית בעוד אבל, עכשי היקם את רק מעניין זה. דלתו על דופקט כבר בינוי הנזינות מקום הכל יהיו אלה וחוכנות גישות, BIM כמו, שנים כמה

– ב-Digilitiy טרנספורמציה BIM, BIM המומחיות מרכז ראש, ב'רוגץ איגור –
RGD, ומיסיד InfraBIM.Pro.

שמצין כי, שעוסק **DataDrivenConstruction** ספר על בחום ממילץ אי כדי כרגע בו משתמש אני AECO. עברו נתוניים מידע לניהול בגישה, הכותנה בתנשא מאוד נושא מקור אותו מצאי. שנות קבוצות עם דיווים מסר ביזמת לעוזר מסר והצגת הנתוניים-AECO-ב-הכלים של ההסתורי ההקשר של מעמידה לסקירה חוק את שיפורות, שימושית מאוד דיאגרמות מסר מכל הספר, מפתח טכנולוגיות בעודה כאשר מכם יותר ציריכם שאחנו הסוגים הן הלו שהייאגרטס לוי נרא וה נתוני של הכלול המודול את המגיד – BEP-BEP-ל-AIM. PIM עבורי הנובל את להניה ניתן שעליון הארנון

– ב-מערכות של אינטגרציה ומהמש Acmena, B-ב-ראשי יועץ, רנסי פול –
Transport for London.

וاث גרפיקה LLM, היסטוריה שלבת שבה הדרכ! וואו, זה לו למיל יכול שני מה כל הספר של הוויטה. מרשימה באמת היא שלן הגקודות בהבנת הכליל הנקודות והוא משחק מהה באמת זה זהה בספר מברקים אספחים הרבה כך כל יש. מההימה על טוב מול בו שהשקבעת והחשוכה המאמץ על אותו משבח ואני, למדע מזין מכור מהרשם מאד שאי לומר מספיק אבל, להמשיך יכול אני. מרשימה מהה עבודה יציר – energylab-ב-Digilitiy פרטיקה מנהלת, פרגנסלו נטה –

זהה הספר, המוניים המקצוענים ועד מההירונים, הבניה בתעשייה שנמצא מי כל עוביל ונגיעה, אסטרטגיות, בתוכנות מליא – ו-ומעיפות רגילה קרייה לא אה ! משחק ממש מהה טכנולוגיות ודעתקות נתוניים רישום מישות. מעורב אווק לשומר כדי הומר של כמו זה. הבניה בתנשא השימוש של האבולוציה את מכסה הוא, מתקדמותDigilitiy מהנדס, אדריכל אלה אם בין. הבניה מתנו של האבולוציה דרך ומון מוכן לחתך דרך את revoluntionize י הוה המќה המדריך, נתוניים אנליסטי או פרויקטים מנהל ההחלות קבלת את לשפר, היליכם ליעיל התיכון. לפרויקטם ניגש אתה שבה夷 שיטת לא שימושים כמו פרויקטים ומנהל –
ב-כבר פרויקטים ומנהל, בדומא אספינגה באוניברסיטה מרצה, ורגשי פירפאולו –
Fintecna.

מציגת הספר של הייצור איקות. שעות 6-מ בפחות, אחת בנשימה הספר את קראתן הצד מעשית דוגמאות של רב מספר. נעים גוון, צבעוניות סכימות, וධיס מביק ניר לימוד של, שנים לא אם, חדשים לך הסק הבנייה לתעשית ספציפי LLM עם לעובח לדרושים מבלי, מרכיבות ודע פשוטות החול, מאוד מגונות העבודה דוגמאות עצמי הבניה תעשיית בכל עסקים לבעל, יאפשר הספר. יוקה מרכיבת תוכנה לרכוש מכך חדשנה בזרה פיתוח ופרשקיות, דיגיטציה, שלמה העתק אסטרטגיית על להסתכל. וחינמים גנישים כלים עם הייעולות את להגדייל, יותר קטנות חברות ועbor –

– הבניה בתעשייה Digilitiy טרנספורמציה על ויין מרצה, קוסארב מיכאל –
TIM-ASG.

לחצוב, אותם למזיאו, אותם להגיד ללמד עליין, "החדש הנטם הנטים" אם הספר את מצאי. לעץ אותם להפוך כדי, אותם לזוק, אותם מסק הספר. הרשות והニアר אינפורטבי מואוד DataDrivenConstruction שמעוניין מי עברו. פשוצה בשפה נתוניים עם עובדה ומסכבר שימושי היסטורי רקע מובנים הם איך, עובדים הם איך – נתוניים של טוביה הבנה נתן הוא, קיגיטלי בשינוי בהם להשתמש ניתן ואיך –
BIM-ה ועדת ר'יו, BIM מתאמי פוגט מנהל, ArcDox-ב-מנגן, מונטגנו ראלף –

מי כל עבור משחק שהוא הוא "DATA DRIVEN CONSTRUCTION" ספר רק לא ארטם. הנוטנים בעידן הבניה תעשיית הולכת שבhem הינו נוטים לבי שסקורו וההודמניות, האתגרים, הנקויות וההתפתחות את לעמיך חורק הוא; בניה נועז מסביר ארטם – שלו הנגישות הוא זהה הספר את שמייחד מה. במבנה המבנית מזאיי להבנה קלקל התוכן את שהופכות נגישות אנלוגיות באמצעות מרכיבים דיעוניות שלא ערך יקר ישבב יצר ארטם, ליטרומים. מתק גם אך אינטגרטיבי מואוד הספר את בתהום חדש או מנשה מקצוענו אתה אם בין. השראה מעורר גם רק לבנייה שלך ההבנה את ועימיך שלך הפרספקטיבה את ירחיב הזה הספר, הבניה בחום מומלץ. הטעשיה הולכת שבhem הינו נוטים

BIM-ב-TMM GROUP
Gesamtplanungs GmbH.

"Data-Driven Construction" – ש-לומר חיב אני ליום נלמד להיות ראיי" – ספר. המפתחת BIM-ה לתהום ריבות שיתרים ספר והוא באוניברסיטהות טובה הולכת המומחים את שמסבר טכי מיליון מלון מל' "Data-Driven Construction". טוביה הולכת המומחים את שמסבר טכי מיליון מלון מל' מזאיי ויזואלית בשפה ומובנים פשוטים נושאים להסביר מואוד שקשה נושא. מואוד אם גם, לדורות ציריך ביואלים להסביר שמתכוונים שמה חושב אני. יפה מידע דורשת הוויאלים קריית, אחריות במילם, מהוויאלים כמה של ההבנה בקצרה. בויוק ארטם של הקרה העבודה את להציג שמה שני לומר רוצה גם אני. מוסף באוניברסיטהות של ובסמינרים בהרצאות

בבנייה פרויקטים ניהול וمراقبה ArchCube, B-ב-עלים, ייזיגלו אדי ר"ד – מדייטל ובאוניברסיטה בתכנון טכניון באוניברסיטה לאודיכלות במחלקה.

"Data Driven Construction" – ספר. ביטים מושגים להعبر מנסה גם אלא את מבדל וכל בסיסים כלכליים ובמונחים מידע בורמי שעиск ספר. בנייה נוטה עם תוכנה יצרן של המבנה נקודת את מציג רק לא הוא כי BIM-ה ספר משור עצמו. ולראות לדורות שווה ספר. בסיסים מושגים להعبر מנסה גם אלא

פודום ומישיד Build Informed GmbH, של שותף ומישיד ל"גנץ, היון יעקב –

"Data-Driven Construction" – ספר מהשאוב ערך להפיק כדי הנקוים ובמנטלילו בכלים מצוים להווות מידע. מכוסטי תהלכים של חלקק מדרכו על רב ומין היהת הבניה תעשיית הזה מישחו די על שהוכן מידע סמך על מתבצעת פרויקטים מסירת שבhem, "מד-תלתת מתנו" – שה בעוד (העהגה תרשימים את או הגרף את תכני כבר הם, למשה) אחר מיזוג כי מייחד יותר הרבה לספק יוכלים (הגולמי הנוטים גלין, למשל) הבטיסים מספק אתה אם. מוגבלים בלתי פוטנציאלים מבאים מלאכותית ובינה מרווחים נוטים – כה עד והויא – שלך ביחס הטוב המשאב הוא הזה הספר, בנייה (הורק/מלמד או) עצמוני את מעאנט שבו נוטים המוען בעולם לינויו

– בבנייה אסטרטגיות מידע בטכנולוגיות חבר פרופסור, אדו זולפיךאר ר"ד –
LSBU, בריטניה.

"Data-Driven Construction" – ספר. מושגיה מרשימה העבודה הוא בויק ארטם מאת. גודלות הולכת מידע וצורות טכנולוגיות של בעידן הבניה לתעשיות מזוק בסיס. חזניות רעויות הגדת כדי תוך מובנת בזרה מרכיבים נושאים להציג מצלחה בויק. גם אלן הנחויות ההתפתחות את רק לא שנדגש היטב מוחנן אוסף הוא הספר תכנון את להבין שורזה מי לכל בחום מומלץ הוא. חידושים על לעיתת מט מספק. נוטים המונת הבניה וביציע

מנהל, שימושים למדעים שטוטגרט באוניברסיטת מרצה, ר' איברג מרקוס – Konstruktionsgruppe Bauen, BIM עמותה של המהלים במעמד חבר BIM Cluster Baden-Württemberg.



מהדורה שנייה, מרץ 2025 © 2025 ארטם בויוק | קרלסרוהה

ISBN 978-3-912002-21-8



REGISTRIERTES URHEBERWERK
ID-CHECK D9A2A2C55EAC5
www.priormart.com

ארטם בויוק זכויות יוצרים

boikoartem@gmail.com
info@datadrivenconstruction.io

שם חלק מהספר זה לא יכול להיות משוכפל או מועבר בכל צורה ובאמצעים כלשהם, אלקטווניים או מכניים, כולל צילום, הקלטה או כל מערכת אחסון וփישוש מידע, ללא רשות בכתב מהמחבר - למעט הפצה לא מסחרית לצורה לא משתנה. הספר מופץ בחינם ונין להעברו בחופשיות למשתמשים אחרים למטרות אשייתית, חינוכית או מחקרית, בגין שיש לשמר על זכויות היוצרים והקישוריהם למקור. המחבר שומר על כל הזכויות הלא חומריות על הטקסט ואיינו מעניק שם ערבויות מפרישת או משטעות. חברות, המזגמים והשמות המוזררים בספר עשיים לרווח ומווים בו בשימוש כדוגמאות. המחבר אינו נושא באחריות לכל וזהאה של שימוש במידע המופיע בספר מוצג "כפי שהוא", אלא עրוביות של שלמות או עדכניות. המחבר אינו נושא באחריות להפסדים אקרים ועקיפים הנובעים מישימוש במידע, בקורס או בתוכניות המופיעות בספר. הדוגמאות לקווד המוגנות בספר מיודדות אך ורק למטרות הוניות. המחבר מליץ לבדוק את כל הਪתרונות התוכנתיים לפני השימוש בספר בסביבה יצורית. כל סימנים המסחריים ושמות המוצרים בטקסט הם סימנים מסחריים, סימנים רשומים או סימני שירוט של חברות המתאימים והם רכשי בעלי הכווית המתאימים. השימוש בשמות אלה בקורס או מעד עליים או על אישור מצדדים אכזר של מוצרים או שירותים של צדדים שלשים יtro מהו המלצה אונו רמזו על מיניהם. שמוט החברות והמוסרים כדוגמאות עשויים להיות סימנים מסחריים של בעלייהם. הקישורים לאורי אינטרנט יצוגים נתנים לזהות בלבד ואין מעידים על כך שהמחבר מאשר את המידע המוצג באתרים אלה. כל הטעיטיקות, היצירות והמחרקים הומאים היו זכרים במועד כתיבת הספר. הנתונים עשיים להשתנות עם הזמן.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). ספר זה מופץ תחת רישיון
בהתנאי שיש לשמור על זכויות היוצרים ולא שינויים.

CC BY-NC-ND 4.0

ארטום בויוק. מהדורה ראשונה © 2025 ארטם בויוק. מהדורה שנייה, מעדכנת ומורחבת. כל הזכויות שמורות עם 2024.

הקדמה למהדורה השנייה

ספר זה הוא תוצאה של דיאלוג חי עם הקהילה המקצועית. הוא מבוסס על דיונים מקצועיים רבים בנושאי עבודה עם נתונים בתעשייה הבנייה, שהתקיימו בפלטפורמות מקצועיות שונות וברשות חברותות חברתיות. דיונים אלה הפכו לבסיסים למאמרים, פרסומיים וחוורמים ויזואליים שזכו להגבהה רחבה בקהילה המקצועית. החומרים של המחבר מושכים מדי שנה מיליאוני צפיפות בפלטפורמות שונות ובשפות שונות, מאחדים אנשי מקצוע בתחום הדיגיטציה של הבניה.

במהלך השנה שלאחר פרסום המהדורה הראשונה, הזמןנו מומחים מיותר מ-50 מדינות את הספר - מברזיל ופרו ועד מאוריציוס ויפן. המהדורה השנייה של הספר, אשר בידיכם כיום, עברה עיבוד והרחבה בהתאם על משוב של מומחים הערות ביקורתיות על המהדורה הראשונה ודילוגים במגלים מקצועיים. בזכות המשוב, המהדורה השנייה הורחבה יULLIM. כמו כן, מספר ETL ועל יצירת תלתל (BIM) באופן שימושו: נוספו פרקים חדשים על טכנולוגיות הדוגמאות המעשיות והמרקם גדל באופן משמעותי. ערך מיוחד טמון בשוב מוביל תעשיית הבניה, חברות ייעוץ גדולות, שפנו למחבר עם שאלות על דיגיטציה ואינטראופראביבליות הן לפני פרסום הגרסה הראשונה והן IT וחברות לאחר מכן. רבים מהם כבר מיישמים את הגישות המתוארות בספר או מתכוונים לעשות זאת בקרוב.

אתם מחזיקים בידיכם ספר שנוצר בזכות דיונים והחלפת דעתה פעילה. ההתקדמות נולדה בדיאלוג, בהתנסות דעתה ובפתחות לגישות חדשות. תודה שאתם חלק מהדיאלוג זהה. הביקורת הבונה שלכם היא הבסיס לשיפורים עתידיים אם תגלו שגיאות בטקסט או אם תרצו לשתף רעיונות והצעות, כל משוב יתקבל בברכה. פרטיו הקשר ליצירת קשר מופיעים בסוף הספר.

哉? מדוֹעַ הַסְּפָר חִינְמֵי

ספר זה נועד להיות משאב חינוכי פתוח, המכוון להפצת גישות מודרניות לניהול נתונים בתעשייה הבניה. הגרסה הראשונה של הספר שימשה כבסיס לאיסוף תשובות והצעות מהקהילה המקצועית, מה שאפשר לשפר את המבנה והותן של החומר. כל ההצעות וההצעונות נבחנו בקפידה ונלקחו בחשבון בגרסה זו, שעבירה שיפוט. מטרת הספר היא לסייע למומחי תעשיית הבניה להבין עד כמה חשוב לעבוד עם נתונים: בצורה מערכתית, מודעת ובמבט לעתיד על ערך המידע. המחבר אוסף דוגמאות, איורים ותחומים מעשיים במשך יותר מ-10 שנים בעבודתו בתחום הדיגיטציה של הבניה רוב החומרים הללו נוצרו במהלך פרויקטים אמיתיים, דיונים עם מהנדסים ומפתחים, השתתפות ביוזמות בינלאומיות וקיים סדראות הכשרה. הספר הוא ניסיון למקד את הניסיון שנוצר ולשפר אותו בצורה נגישה. אם תרצו לתמוך בהפצת רעיונות הספר ולקבל פורמט נוח לקרוא, העבודה עם דוגמאות וחוורמים ויזואליים - תוכלו לרכוש את הגרסה המודפסת.

זכויות שימוש בחומרים

כל החומרים, האיורים והקטעים מתוך ספר זה יכולים להיות משוכפלים, מצוטטים או בשימוש בכל פורמט ובכל מדיה, תודה על הכבוד לעבודה". "Data-Driven Construction" בתנאי שצוין מוקור: מחבר ארטם בויקו ושם הספר ולהפצת הידע.

בhcרת תודה כנה אני מקדיש ספר זה למשפחה, שהעניקה לי מגיל צעיר
אהבה عمוקה לבנייה, לעיר המכורות שלי - על שיעורי החוסן ולרעלית
מודדת המידע שלי, שהייתה תמיכתה הבלתי משתנה מkor השרה מתמיד
עboriy.

למי מיועד ספר זה

ספר זה, שנכתב בשפה נגישה, מיועד לקהל רחב בתעשייה הבניה - מטהודנים ומתחילהם המעניינים להבין את יסודות תהליכי הבניה המודרניים, ועד מקצוענים הוקויים למתודולוגיה עדכנית לניהול נתונים במבנה. אם אתה אדריכל, מהנדס, מנהל עבודה, מנהל בנייה או אנליסט נתונים, מדריך מקצועי זה עם אירומים וגרפים ייחודיים מציע תוכנות יקרות ערך כיצד להשתמש נתונים בעסק כדי ליעיל ולמכן תהליכי, לשפר את קבלת החלטות ולנהל פרויקטים במבנה ברמות שונות באמצעות כלים מודרניים.

הספר מהווה מדריך מקצועי, המשלב יסודות תיאורתיים והמלצות מעשיות על שימוש שיטות ניהול נתונים בתהליכי הבניה. הספר מתמקד בשימוש אסטרטגי במידע כדי לייעל את הפעולות התפעולית, למכן תהליכי, לשפר את קבלת החלטות ולנהל פרויקטים ביעילות באמצעות כלים דיגיטליים מודרניים.

בעמודי ספר זה נבחנים היבטים תיאורתיים ומעשיים של עבודה עם מידע בתעשייה, הבניה. באמצעות דוגמאות מפורטות נבחנת המתודולוגיה של פרמטריזציה של שימושים איסוף דרישות, עיבוד נתונים לא מבנים ומוגנים והפיכתם לפתרונות יעילים עבור חברות בנייה.

הקורא עבר בהדרגה מהגדרת דרישות ופיתוח מודלים בסיסיים של נתונים לתהליכי בנייה, ETL מרכיבים יותר של אינטגרציה של מקורות מידע שונים, יצירת תהליכי צינורות מידע ומודלים של מידת מכונה. הגישה הדרגתית מאפשרת להציגם בצורה ברורה את המנגנונים של ארגון ומיכון תהליכי עסקים ומערכות תמייה בקבלת החלטות בתחום הבניה. כל חלק בספר מסתיים בפרק מעשי, המכיל הוראות שלב אחר שלב המאפשרות לישם מיד את הידע שנרכש בפרויקטים אמיתיים.

סקירה קצרה של חלקו הספר

ספר זה בניו סביב הקונספט של טרנספורמציה של נתונים בשירות יצירת הערך: מאיסוף הנתונים ואבטחה האיכות שלהם ועד לעיבוד אנליטי והפקת פתרונות מעשיים יקרי ערך באמצעות כלים ומתודולוגיות מודרניות.

חלק 1: האבולוציה הדיגיטלית בבנייה - עוקבת אחרי השינוי ההיסטורי בניהול נתונים מהЛОחות החרס עד למערכות דיגיטליות מודרניות, מנתחת את הופעת המערכות המודולריות ואת עליית החשיבות של דיגיטציה של מידע בהקשר של מהפכות תעשייתיות.

חלק 2: האתגרים המייצעים של תעשיית הבניה - בוחן את בעיות הפיצול של הנתונים, "סילו מידע", השפעת AI על קבלת החלטות והמוגבלות של פורמטים קנייניים, מציע לשלוט מעבר למערכות HiPPO גישת LLM.

חלק 3: מערכת נתונים בבנייה - מפתח טיפולוגיה של נתונים בניה, מתאר שיטות לארגוני, אינטגרציה עם מערכות ארגוניות ודין בהקמת מרכזי מומחיות לסטנדרטיזציה של תהליכי מידע.

חלק 4: הבטחת איכות הנתונים - חושף מוגבלות מפוזר לנתחים אינטלקטואליים ומוסדרים, כולל LLM היוצרים נתונים מקורות שונים, אימאות ומידול באמצעות מדגמי CAD (BIM).

חלק 5: חישובי עלות זמן - מוקדש לדיגיטציה של חישובי עלות ותכנון, אוטומציה של קבלת כמויות מדגמי של פרויקטי בנייה ESG וחישוב מדדי D-8D-טכנולוגיות מודול 4, CAD (BIM).

מנתח באופן ביקורת את האבולוציה של טכנולוגיות תכנון, בעיות תאימות של BIM-ו CAD: חלק 6 מערכות, מגמות המעבר לפורמטים פתוחים של נתונים ופרשנטיביות של שימוש במבנה מלאכותית בתכנון.

חלק 7: אגוליטיקה של נתונים ואוטומציה - בוחן את העקרונות של ויזואלייזציה של מידע, מדדי ביצוע מרכזיים כלים לארקסטרציה של תהליכי עבודה ושימוש במודלים לשוניים לאוטומציה של משימות ETL, תהליכי שגרתיות.

חלק 8: אחסון וניהול נתונים - חוקר את פורמטי אחסון הנתונים, מושגים מהסנים וארגוני נתונים, עקרונות ניהול DataOps ו-VectorOps.

חלק 9: נתונים גדולים ולמידת מכונה - מוקדש למעבר לנתח אובייקטיבי המבוסס על נתונים היסטוריים האינטראקטיביים של הדברים באתר בנייה ושימוש באלגוריתמים של למידת מכונה לחיזוי עלויות זמינים של פרויקטים.

חלק 10: תעשיית הבניה בעידן הנתונים הדיגיטליים - מציג מבט על עתיד תעשיית הבניה, מנתח את המעבר מניתוח סיבתי לעבודה עם מוגבלות קורלצייה, המושג "אובייקטיב" של הבניה ואסטרטגיות של טרנספורמציה דיגיטלית.

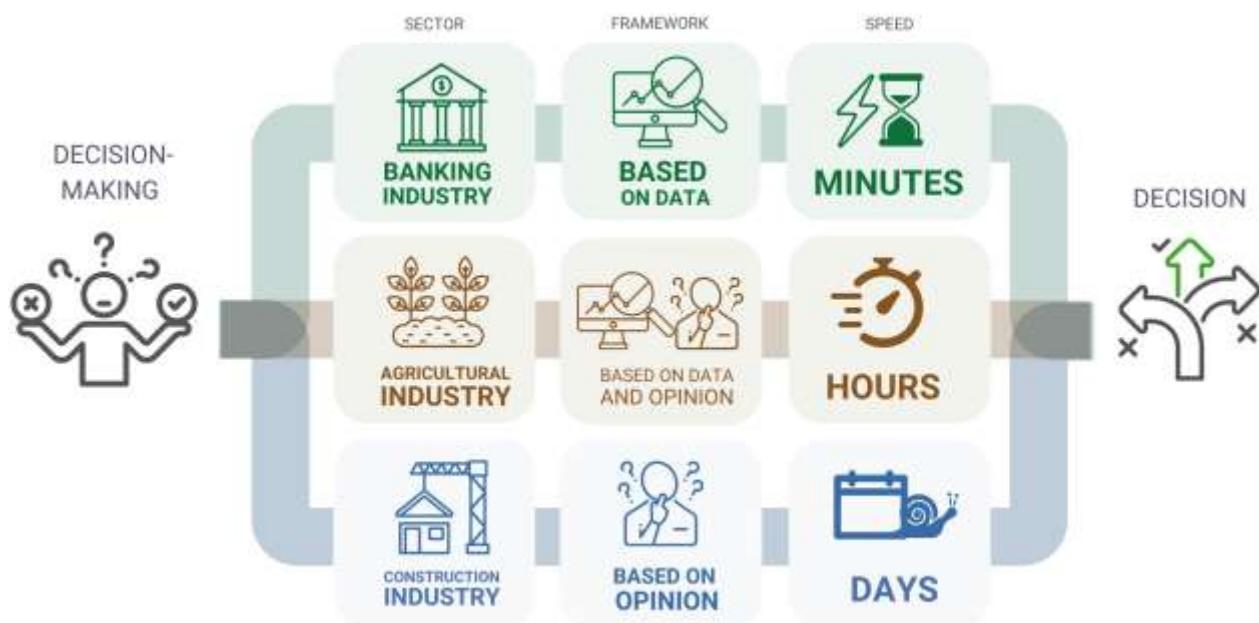
What is meant by **data-driven construction** ?



מבוא

כמה זמן תוכל החברה שלך לשמר על תחרויות בעולם שבו הטכנולוגיות מפתחות במהירות וכל היבט בעסק? מהישובי זמנים ועליות ועוד ניתוח סיכונים, מתאמת באמצעות מודלים של למידת מכונה?

תשתיות הבניה, הקיימת מאז ומעולם, עומדת בפני שינויים מהפכניים המבטיחים לשנות לחלוtin את תפיסותינו לגבי בנייה מסורתית. כבר עכשיו, במגון תחומיים אחרים בכלכלה, הדיגיטציה לא רק משנה את הכללים המוכרים, אלא גם דוחקת החוצה מהשוק חברות שלא הצליחו להסתגל לתנאים החדשניים של עיבוד נתונים ואינן מסוגלות להאייז את קצב קבלת החלטות (איור 1).



איור 1 קצב קבלת החלטות בתעשייה הבניה תלוי יותר בגורם האנושי מאשר בתעשייה אחרת.

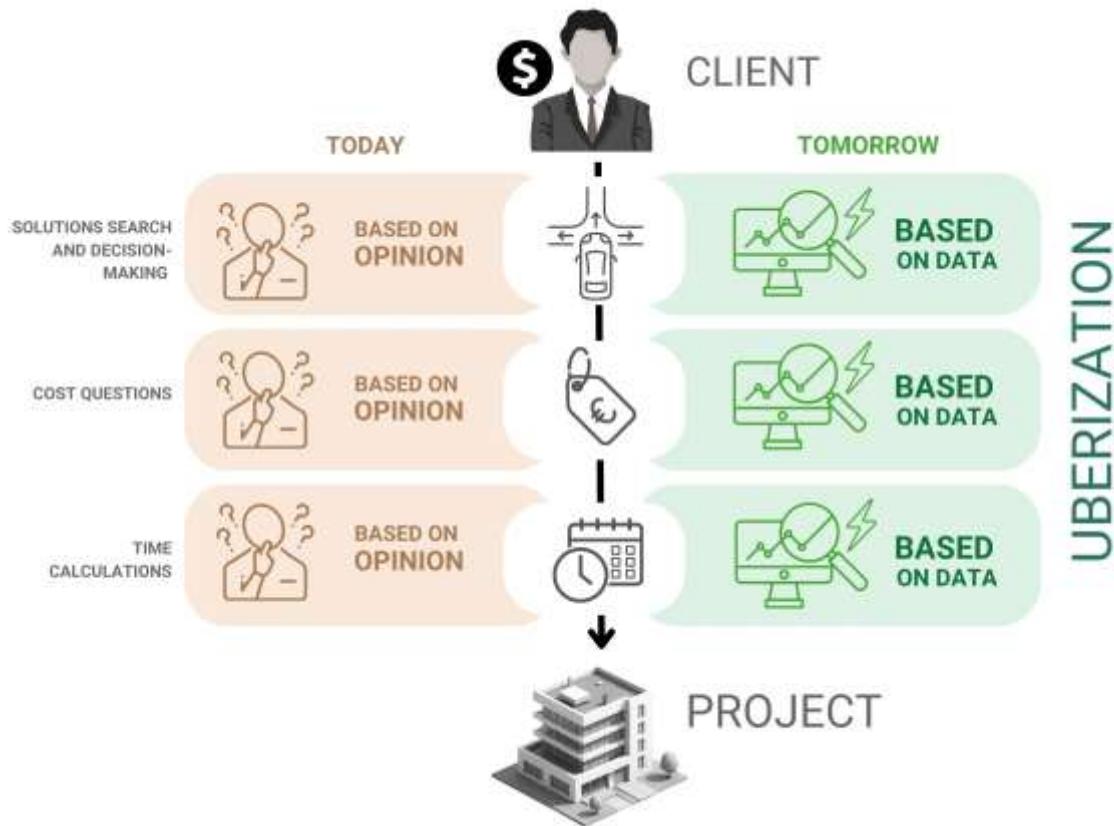
המגורר הבנקאי, הקמעונאות, הלוגיסטיקה והחקלאות מתקדמים במהירות לעבר דיגיטציה מלאה, שבה אין מקום לאין-דיוקים ודעות סובייקטיביות. אלגוריתמים מודרניים מסוגלים לנתח כמויות עצומות של נתונים ולספק ללקחות חזויה מדויקות - בין אם מדובר בסיכון להזר הלוואה, מסלולי משלה או היוזי סיכונים.

הבנייה היא אחת מהתעשייה האחרונות שעומדות בפני המעבר הבלתי נמנע מפתרונות המבוססים על דעתות של מומחים בעלי שכר גבוה, לפתרונות המבוססים על נתונים. המעבר זהה נובע לא רק מהזדמנויות טכנולוגיות חדשות, אלא גם מהדרישות המוגברות של השוק והלקחות לשקיפות, דיווק ומהירות.

רובוטיזציה, אוטומציה של תהליכיים, נתונים פתוחים והיוזים על בסיסם - כל אלה כבר לא סתם הזדמנויות, אלא הכרה רובה החברות בתעשייה הבניה, שהיא אחראיות לאחרונה על חישובי כמוות, עליות, זמני פרויקטים ובקרה איכות, עכשווי. בסיכון להפוך לביצועים פשוטים, שלא מקבלים החלטות מפתח.

עם התפתחות הכוח החישובי, אלגוריתמים של למידת מכונה ודמוקרטייזציה של גישה לנ נתונים, הפך האיחוד האוטומטי של נתונים מקורות שונים לאפשרי, מה שמאפשר ניתוח עמוק יותר של תהליכיים, היוזי סיכונים ואופטימיזציה של

עלויות כבר בשלב הדיוון על פרויקט הבניה. טכנולוגיות אלו יוצרות פוטנציאל לשיפור רדיקיי של היעילות והפחמת העלויות בכל המגזר.



לקוח אינו מעוניין בגין גורם אנושי מיותר בדרך להגחתה הפרויקט שלו.

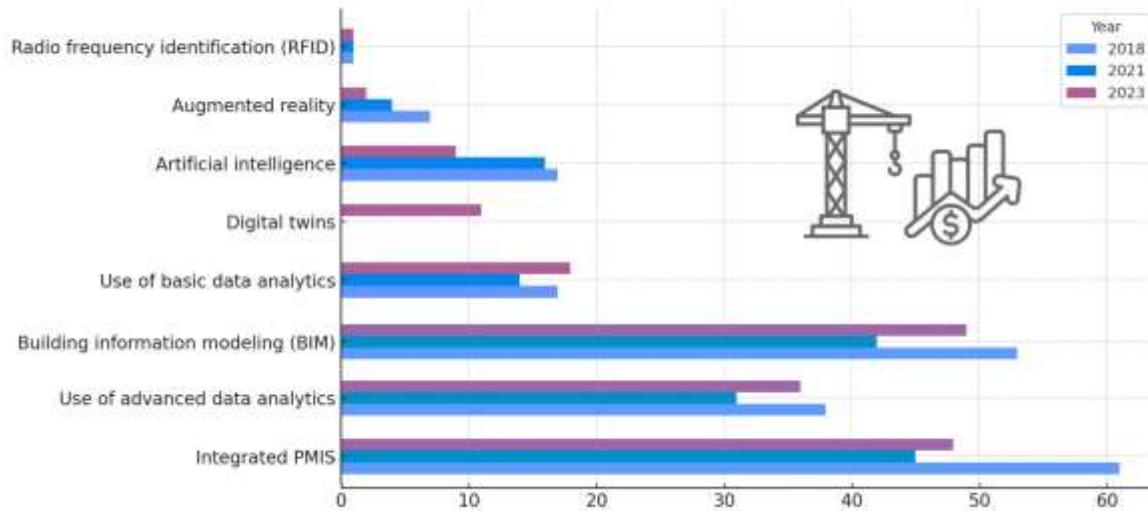
למרות כל היתרונות של הכלים והקונספטים החדשניים, תעשיית הבניה מפגרת משמעותית אחריה תעשיות אחרות בכלכלה. בישום טכנולוגיות חדשות

בין IT תעשיית הבניה נמצאת במקום האחרון בהוצאות על "IT Metrics Key Data 2017" לפי דוח תעשיות אחרות בכלכלה 19

הצמיחה המהירה של הנתונים ומערכות התהליכיים הופכת לבעה עבורה הנהלה של החברות, והבעיה המרכזית בשימוש בטכנולוגיות חדשות היא שהנתונים, למרות שפעם, נשאים מפוזרים, לא מובנים ולעתים קרובות לא תואמים בין מערכות ומוצרים תוכנה שונים. לכן, רובות מהחברות במגזר הבנייה מודאגות בראש ובראשונה מביעות איכות הנתונים, שניתן לפטור רק באמצעות יישום של מערכות ניהול וניתוח אוטומטיות ויעילות.

בקרב מנהלי חברות בניה בשנת 2023, הפוטנציאל הגבוה ביותר KPMG® לפי סקר שנערך על ידי נתוח נתונים מתקדם וביסיסי (PMIS) לשיפור החזר ההשקעה בפרויקטים נמצא במערכות ניהול פרויקטים (BIM). ודמיוי מידע של בניינים

Technologies with Potential to Deliver the Greatest Overall ROI



סקר בקשר למנהיגי חברות בנייה: אילו טכנולוגיות יבטיחו את החזר ההשקעה הגבוהה ביותר ביותר בפרויקטים קפיטליים?

פתרון הביעות הקשורות לאינטגרציה של נתונים בתהליכי העסקים טמון בהבטחת איכות גבוהה של המידע, בשימוש בפורמטים מתאימים של נתונים וביצועם שיטות ייעילות לייצור, אחסון, ניתוח ועיבוד נתונים.

ההכרה בערך הנתונים מאלצת תעשיות שונות להפסיק להשתמש ביישומים מבודדים ובמבנים בירוקרטיים מורכבים בלבד. במקרה זה, הדגש עובר לייצור גישות חדשות לארקיטקטורת מידע, שהופכות חברות למודרניות, מונחות נתונים גם תעשיית הבניה תנקוט הצד זה, ותעבור מההתקנות דיגיטליות הדרגתית למהפכה דיגיטלית sooner or later, אמיתית, שתשפיע על כל החברות.

המעבר לתהליכי עסקים מבוססי נתונים לא יהיה פשוט. חברות רבות יתמודדו עם קשיים, מכיוון יים של נתונים כדי לשפר את הייעילות ואתDAOxa שהמנהגים לא תמיד מבנים כיצד להשתמש במאגרים הצמיחה של העסק

בספר זה אנו צוללים לעולם הנתונים, שבו המידע הופך לשאב אסטרטגי מרכזי, המגדיר את הייעילות והעמידות של תהליכי העסקים. בתנאים של גידול מהיר בכמות המידע, חברות מתמודדות עם אתגרים חדשים. טרנספורמציה דיגיטלית מפסיקה להיות מונה אופנתית – היא הופכת לצורך.



ריש. 4. נתונים ותהליכי המ הבסיס לבניה

להבין את הטרנספורמציה – פירושו להיות מסוגל להסביר את המרכיב בפשטות. לכן הספר נכתב בשפה נגישה ומולואה באירועים מקוריים, שנוצרו במיוחד להסביר ויזואלי של מושגים מרכזיים. סכמות, גראפים וויזואלייזציות אלו נועדו להסביר את מהסומיי ההבנה ולהפוך את החומר לנגיש גם לאלה שהחשו בעבר שהנושאים הללו מורכבים מדי. כל האירועים, הסכמות והגרפים בספר זה נוצרו על ידי המחבר ופותחו במיוחד כדי להמחיש את המושגים המרכזיים המתוארם בטקסט.

תמונה אחת שווה אלף מילים

פרד ר. ברנרד, מאיר אנגל, 1927 –

כדי לקשר בין התיאוריה לפרויקטיה, נשימוש בכלים של אינטיליגנציה מלאכותית (בפרט, מודלים לשוניים, (המאפשרים, לפתח פתרונות מבלי צורך במידע עמוק בתחום. אם אתם מוקדים בחומר מעשי ומעניין אתכם יותר לעבוד עם נתונים אתם יכולים לדלг על החלק הקדמתי ולעבור מיד לחלק השני של הספר, שבו מתחילה תיאור של דוגמאות וAKERIM. ספציפיים.

עם זאת, אין להטיל ציפיות מופרזות על אינטיליגנציה מלאכותית, למידת מכונה וכליים של מודלים לשוניים גדולים באופן כללי. ללא נתונים איקוטיים והבנה עמוקה של התחום, גם האלגוריתמים המתקדמיים ביותר לא יכולים להבטיח תוצאות אמינות ומשמעותיות.

מנכ"ל מיקרוסופט, סאטיה נדלה, בתחילת 2025, מזהיר מפני הסיכון להיווצרות בועה בתחום האינטיליגנציה המלאכותית, ומשווה את ההתרגשות הנוכחיות ל"bowing the doot-kom". הוא מדגיש כי הצהרות על השגורה של שלבים של אינטיליגנציה כללית מלאכותית לא בסיס מתאים הן "מניפולציה חסרת משמעות של נתונים". נדלה סבור שהצלחה האמיתית של אינטיליגנציה מלאכותית צריכה להימדד בתורמתה לצמיחה של התוצרת המקומיי הגלומי העולמי, ולא בתשומת לב מופרזה להצהרות רועשות.

מאחוריו כל המילימ' הרועשות על טכנולוגיות חדשות ומוסגים מסתדרת עבודה מורכבת ומודפקת להבטחת איקות

הנתונים, פרמטריזציה של תהליכי עסקים והתאמת כלים למשימות אמיתיות.

גישה מבוססת נתונים אינה מוצר שניתן פשוט להוריד או לקנות. זו אסטרטגייה שיש לבנות. היא מתחילה במבט חדש על תהליכי ובעיות קיימות, ולאחר מכן דורשת תנוועה ממושמעת בכיוון הנבחר.

פתחים מוביילים של תוכנה וספקים יישומיים לא יהיו הקטר של השינויים בתעשייה הבניה; עברו רבים מהם, הגישה מבוססת נתונים מהוות איום על מודל העסקים הנוכחיים.

תשויות אחרות, בניית לבניה, כמו תעשיית הרכב, כבר עברו שינויים דיקליים ומזיקום, והטרנספורמציה הדיגיטלית שלן כבר מתקדמת במלוא הקצב. חברות הבניה צרכות לפעול במהירות ובנהישות: חברות זרייזות יהנו מרוחקים עצומים, בעוד שהחברות המתנדנדות יעדמו בפני סיכון חמורים. נקרו את הולם שהציגם הדיגיטלי גרם לתעשייה זו. – דוח הפלורום הכלכלי העולמי "יעצוב עתיד הבניה", 2016

החברות שיבינו בזמן את ההזדמנויות והיתרונות של הגישה החדשה יוכלו להציג יתרון תחרותי בר קיימה ויוכלו להתפתח. ולצמוח מבלי להיות תלויות בהחלטות של חברות גדולות.

זו ההזדמנות שלכם לא רק לשרוד את הסערה הקרובה של דיגיטיזציה של מידע, אלא גם לחת אותה תחת שליטה. בספר המצווא לא רק ניתוח של המצב הנוכחי בתעשייה, אלא גם המלצות קונקרטיות על רה-חשיבה ורה-ארגון של התהליכים והעסק שלכם, כדי להפוך למוביילים בעידן החדש של הבניה ולשפר את הניסיון המקצועני שלכם.

העתיד הדיגיטלי של הבניה אינו רק שימוש בטכנולוגיות חדשות ותוכנות, אלא רה-חשיבה יסודית על עבודה עם נתונים ומודלי עסקים.

האם החברה שלכם מוכנה לשינויים אסטרטגיים אלה?

תוכן עניינים

1.	מבוא	1
I.	 תוכן עניינים	I
2.	 חלק מגלי חימר ועד מהפכה דיגיטלית: כיצד התפתחה המידע בבנייה 	2
3.....	פרק 2.1 התפתחות השימוש בנתונים בתעשייה הבניה	3
3.....	לידת עידן הנתונים בבנייה.....	3
3.....	מחימר ופפירות לטכנולוגיות דיגיטליות.....	3
5.....	תהליך כלי לניסויון, מנוהל על ידי נתונים.....	5
7.....	דיגיטיזציה של מידע בתהליכי הבניה	7
11.....	פרק 2.2. טכנולוגיות ומערכות ניהול בניה המודרנית	11
11.....	מודולריות MRP/ERP ומהפכה הדיגיטלית והופעת מערכות	11
13.....	מערכות ניהול נתונים: מהפקת נתונים למשימות עסקיות	13
16.....	מייצל של תאגידים: כיצד נתונים מתחברים לתהליכי עסקים	16
19.....	פרק 2.3. מהפכה דיגיטלית והתפשצות הנתונים	19
19.....	תחילה עליית נפח הנתונים כגל אבולוציוני	19
20.....	נפח הנתונים המיצרים בחברה המודרנית	20
22.....	עלות אחסון הנתונים: היבט כלכלי	22
24.....	גבولات צבירת הנתונים: מהמן למשמעות	24
25.....	צדדים נוספים: מתיואריה של נתונים לשינויים מעשיים	25
27.....	 חלק כיצד עסקי הבניה שוקעים בכואס של נתונים III	27
28.....	פרק 3.1. פיצול וסילו של נתונים	28
28.....	? ככל שיש יותר כלים, כך העסק יעל יותר	28
30.....	סילו של נתונים והשפעתם על הייעילות של החברה	30

33.....	שכפול וחוסר איזות הנתונים כתוצאה מהנפרדות
34.....	או הסכנה של דעות בקבלה החלטות HiPPO
37.....	עליה מתמדת במורכבות ובדינמיות של תהליכי עסק
	המהפכה התעשייתית הר比יעית (תעשייה 4.0) (והמהפכה התעשייתית החמישית) (תעשייה 5.0)
39.....	בבנייה.....
43.....	פרק 3.2. הפיכת הכאוס לסדר והפחית המורכבות
43.....	קוד מיותר ומערכות סגורות כמחסום לשיפור הפרודוקטיביות
44.....	מסילו לאחסון נתונים מאוחד
46.....	AI מערכות אחסון מושלבות מאפשרות לעבור לשימוש בסוכני
48.....	מיאסוף נתונים לקבלה החלטות: הדרך לאוטומציה
50.....	צעדים נוספים: הפיכת הכאוס למערכת ניהול
52	חלק מסגרת הנתונים בתהליכי עסק הבניה VII
53.....	פרק 4.1. סוגים נתונים בבנייה.....
53.....	סוגי הנתונים החשובים ביותר בתעשייה הבניה
57.....	נתונים מובנים
58.....	SQL ושפת השאלות RDBMS מסדי נתונים רלציוניים
61.....	במסדי נתונים ומוגמות חדשות SQL שאלות
63.....	נתונים לא מובנים
64.....	נתונים טקסטואליים: בין כאוס לא מובנה לבנה
65.....	נתונים חצי-МОבנים ונתונים עם מבנה חלש
66.....	נתונים גיאומטריים והשימושים שלהם
69.....	מעיצוב ועד אחסון נתונים: CAD נתוני
72.....	בתחומים-CAD-והשימוש ב (BOM) BIM הופעת המושג
78.....	פרק 4.2. איחדות ומבנה של נתונים
78.....	מלאי מערכות נתונים בתעשייה הבניה
80.....	טראנספורמציה של נתונים: יסוד קריטי לניתוח עסקי מודרני

מודלים של נתונים: יחסים בין נתונים וקשרים בין רכיבים.....	84
פורמטים קנייניים והשפעתם על תהליכי דיגיטליים.....	88
פורמטים פתוחים משנים את הגישה לדיגיטציה	91
שינויי פרדigma: קוד פתוח כסוף עידן הדומיננטיות של ספקי התוכנה.....	92
נתונים פתוחים מובנים: יסוד של טרנספורמציה>Digital.....	94
פרק 4.3. מודלים לשוניים גדולים ותפקידם בעיבוד נתונים ובהליכי עסקים.....	97
צ'אט מודלים לשוניים גדולים ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, Qwen, Grok	97
לאוטומציה של תהליכי עיבוד נתונים 98	98
מודלים לשוניים גדולים: איך זה עובד.....	99
שימוש במודלים לשוניים גדולים מקומיים עבור נתונים רגילים של החברה	100
שליטה מלאה על בינה מלאכותית בחברה ואיך להפעיל מודל לשוני גדול משלך	102
עוזרי מודלים לשוניים גדולים אינטלקטואליים עם גישה לנתוני החברה: RAG	104
פרק 4.4. עם תמייה במודלים לשוניים גדולים ושינויים עתידיים בתכנות IDE	106
מניסויים עם מודלים לשוניים גדולים לפתרונות עסקים: IDE בחירה	106
עם תמייה במודלים לשוניים גדולים ושינויים עתידיים בתכנות IDE	108
כלי חיוני לעובדה עם נתונים: Python Pandas	109
פורמט אוניברסלי לנתחים טבלאים: DataFrame	113
צעדים נוספים: ייצירת מסגרת נתונים עמידה	116
פרק 5.1. המרת נתונים לפורמט מבנה	118
תמונה וטקסטים לפורמטים מובנים, PDF, לומדים להמיר מסמכים	119
לטבלה PDF דוגמה להמרת מסמך	120
לפורמט מבנה JPEG, PNG המרת תמונה	124
המרת נתונים טקסט לפורמט מבנה	126
לפורמט מבנה (BIM) CAD המרת נתונים	129
עובדרים לנתחים מובנים CAD ספקי פתרונות	134

פרק 5.2. סיווג ואינטגרציה: שפה איחודית לנתחני בנייה.....	137
מהירות קבלת החלטות תלואה באיכות הנתונים.....	137
סטנדרטיזציה ואינטגרציה של נתונים	138
תאימות דיגיטלית מתחילה בדרישות	140
שפה איחודית לבניה: תפקיד המדרגים בטרנספורמציה דיגיטלית	143
פרק 5.3. אבולוציה של מערכות סיווג: Masterformat, OmniClass, Uniclass-CoClass	145
מודל נתונים ומרכז מצוינות	150
מודל קונספטוואלי, לוגי ופיזי	150
מודל נתונים מעשי בהקשר של בנייה	153
יצירת בסיס נתונים באמצעות מודלים לשוניים גדולים.....	155
במודל נתונים (CoE) מרכז מצוינות	158
פרק 5.4. מערכת דרישות ואיומות מידע	161
איסוף וניתוח דרישות: המרת תקשורת לנתחנים מובנים	161
דיagramות תהליכי ויעילות של תכניות קונספטוואליות.....	165
RegEx דרישות מובנות וביטויים רגולריים.....	167
איסוף נתונים לתחליק האimoto.....	172
איומות נתונים ותוצאות האimoto.....	174
ויזואлизציה של תוצאות האimoto.....	179
השוואת בדיקות איכות נתונים לצרכים חיים של בני אדם	181
צעדים נוספים: הפקת נתונים לחישובים מדויקים ותוכניות.....	183
חלק חישובי עלות זמן: הטעמאת נתונים בתהליכי בנייה VI	185
פרק 6.1. חישובי עלות והערכות פרויקטים בבניה.....	186
יסודות הבניה: הערכת כמות, עלות וזמן	186
שיטות חישוב עלות פרויקטים	187
שיטת משאים להערכת הערכות וחישובים בבניה	188
בסיס נתונים של משאבי בנייה: קטלוג חומרים ועבודות בנייה	188

190	הנת חישובים וחישוב עלות עבודות על בסיס המשאבים
194	חישוב סופי של עלות הפרויקט: מהערכתות לתקציב
199	פרק 6.2. חישוב כמות ואוטומציה של הכנסת הערכות ותוכניות לוח זמנים
199	שימוש בפרמטרים נפחים וכמותיים: D-1-D-5-D-4-D-3-המעבר מ-3
199	CAD-והפקת נפחים של תוכנות מ-Dתוכנות 5
203	קייז נחוני פרויקט לפי תוכנות (QTO) חישוב כמות
208	ונתונים מובנים LLM באמצאות QTO אוטומציה של
211	Excel של כל הפרויקט באמצעות כלליים לקבוצות מטבלת QTO חישוב
218	CO ₂ וחישוב פליטות פחמן דו-חמצני D-6D-8D, 4.6.3
218	שילוב זמן בהערכתות בניה: D-מודל 4
219	לוח זמנים לבניה ואוטומציה שלו על בסיס נתוני חישוב
221	מייעילות אנרגטית ועד אבטחת בטיחות: D-8D-שכבות תוכנה מורחבות 6
224	וחישוב פליטות פחמן דו-חמצני בפרויקטים לבניה CO ₂ הערכת
228	פרק 6.4. לבניה PMIS-ו ERP מערכות
228	לבניה לדוגמת חישובים והערכתות ERP מערכות
233	לאחר הבניה ERP הקשר בין: PMIS
234	ERP-וב PMIS-ספקולציות, רוחה, סגירות וחוסר שקייפות ב
236	הסגורים: תעשיית הבניה זוקה לגישות חדשות ERP/PMIS-סוף עידן ה
238	צדדים נוספים: שימוש יעל בתנוני פרויקטים
242	ובים: שיווק, מציאות ועתיד נתוני הפרויקטים לבניה CAD חלק VII.
243	פרק 7.1. בתעשייה הבניה BIM הופעת מושגי
243	CAD כמושגים שיווקיים של ספקי open BIM BIM ההיסטוריה של הופעת
246	במקום בסיסי נתונים משולבים - מערכות מודולריות סגורות: BIM מציאות
247	בתעשייה הבניה IFC הופעת פורמט פתוח
250	כתלות בליבת הגיאומטריה IFC בעית פורמט
252	הופעת נושא הסמנטיקה והאונטולוגיה לבניה

254	מדוע טכנולוגיות סמנטיות אינן עומדות במצוות בתעשיית הבניה
257	פרק 7.2. פורטטים סגורים של פרויקטים ובעיות אינטראפראביליות
257	נתונים סגורים וירידת פרודוקטיביות: פינה ללא מוצא בתעשייה CAD (BIM)
259	CAD מיתוס האינטראפראביליות בין מערכות
263	ונתונים גראנולריים USD-המעבר ל
267	פרק 7.3. גיאומטריה בבניה: מקווים לקוביות
267	מתי קווים הופכים לכסף או למה גיאומטריה חשובה לבוניים
267	מקווים לנפחים: כיצד שטח ונפח הופכים לנתחנים
269	ופוליגונים: שימוש בטסלה לגיאומטריה USD, MESH-המעבר ל
271	CAD-סיווג ייחודי של פירוט ב – LOD, LOI, LOMD
273	CAD (BIM) - AIA, BEP, IDS, LOD, COBie
277	CAD לעבודה עם LLM-פרק 7.4. פרטיזציה של תכנון ושימוש ב
277	הדרך לניטוח ופורטטים פתוחים: CAD (BIM) אשליית הייחודיות של נתוני
280	BIM-CAD תכנון באמצעות פרטירים: עתיד
282	פרויקטים CAD בתהליכי עבודה נתוני LLM הופעת
285	LLM עם DWG ניתוח אוטומטי של קבצי Pandas
291	צעדים נוספים: המעבר מפורטטים סגורים לנתחנים פתוחים
293	חלק קבלת החלטות מבוססות נתונים, ניתוח, אוטומציה ולמידת מכונה VIII
294	פרק 8.1. ניתוח נתונים וקבלת החלטות מבוססות נתונים
294	נתונים כמשאב בקבלת החלטות
297	ויזואליזציה של נתונים: מפתח להבנה ולקבלת החלטות
299	ROI-ו KPI מדדי ביצוע
301	לחחות מידע ודשboradים: ויזואליזציה של מדדים לניהוליעיל
303	ניתוח נתונים ואומנות השאלה שאלות
306	פרק 8.2. זרימת נתונים ללא מאמצים ידניים: מודיען נדרש ETL
306	הפחחת עלויות והאצת העבודה עם נתונים ETL: אוטומציה של

309	איסוף נתונים
312	טרנספורמציה: יישום כללי בדיקה וטרנספורמציה ETL
315	ויזואлизציה של התוצאות בצורה של דיאגרמות וגרפים: ETL טעינה
320	PDF ייצור אוטומטית של מסמכים: ETL טעינה
321	FPDF ייצור אוטומטית של מסמכים עם: ETL טעינה
325	הנתה דוחות והעלאה למערכות אחרות: ETL טעינה
326	PDF ויזואלייזציה של נתונים מתוך מסמכים: LLM באמצעות ETL
331	אוטומטי ETL פרק 8.3. צינור
331	ETL צינור: קוננוויר נתונים אוטומטי של
334	LLM באמצעות Pipeline-ETL תהליך בדיקת נתונים של
337	CAD (BIM)-בדיקות נתונים ומידע של רכיבי הפרויקט ב: ETL-צינור
343	8.4. פֶּרְקָע 4. ותהליכי עבודה: פתרונות מעשיים ETL אורקסטרציה של
343	ואפachi אירפלו: אוטומציה ואורקסטרציה של תהליכי עבודה DAG
344	ETL אפachi אירפלו: יישום מעשי של אוטומציה בתהליכי
348	אפachi ניפוי למיפוי והמרת נתונים
349	אורקסטרציה של תהליכי ללא קוד, עם קוד נמור ch8
352	צעדים נוספים: המעבר מפעולות ידניות לפתרונות מבוססי אנטיליטיקה
354.....	חלק אחסון וניהול נתונים במבנה IX
355	פרק 9.1. תשתיית נתונים: מפורט אחסון ועד אחסנים דיגיטליים
355	אוטומי נתונים: יסוד לניהול מידע עיל
356	מארג מידע: קבצים או נתונים
358	אחסון נתונים גדולים: ניתוח פורמטים פופולריים ויעילותם
360	Apache Parquet אופטימיזציה של אחסון נתונים עם
362	מחנן נתונים: DWH
363	מניקוי מסורתית לעיבוד גמיש: ETL-ל-ETL אגמ נתונים - אבולוציה של
365	סינרגיה של מחסני נתונים וארגוני נתונים:adrivelot Data Lakehouse

367	ואגם נתונים HWH או DWH או CDE, PMIS, ERP
371	פרק 9.2. ניהול מחסני נתונים ומניעת כאוס
371	מאגרי נתונים וקטוריים ותיבת גבול
374	amodelת נתונים, מינימליזם נתונים וביצת נתונים
377	דאטה אופס וקטור אופס: סטנדרטים חדשים לעובדה עם נתונים
378	צדדים נוספים: מאחסוןАвто לאתונאים מובנים
380	חלק נתונים גדולים, למידת מכונה וחיזויים X
381	פרק 10.1. נתונים גדולים וניתוחם
381	נתונים גדולים בבנייה: מהאינטואיציה לחיזוי
382	שאלת הcadיות של נתונים גדולים: מתודולוגיה, סטטיסטיקה ודגימת נתונים
384	נתונים גדולים: ניתוח נתוני מערך של מיליון התייר בנייה בסן פרנסיסקו
390	(CAD) (BIM) דוגמה לנדרי נתונים על בסיס נתונים
394	אינטרנט של הדברים וחזים חכמים
398	פרק 10.2. למידת מכונה וחיזויים
398	למידת מכונה ובינה מלאכותית ישנו את האופן שבו אנו בונים
400	סובייקטיבית לחיזוי סטטיסטי ochenka מע
402	דאטהסט טיטניק: שלום עולם ניתוח נתונים ונתונים גדולים
407	למידת מכונה בפועל: מנועים בטיטאניק לניהול פרויקטים
411	תחזיות וניבויים על בסיס נתונים היסטוריים
413	מנחים מרכזיים בלמידת מכונה
416	פרק 10.3. חיזוי עלות וזמן באמצעות למידת מכונה
416	דוגמה לשימוש בלמידת מכונה לקביעת עלויות וזמנים של פרויקט
418	תחזית עלות וזמן הפרויקט באמצעות רגרסיה ליניארית
421	(k-NN) K-nearest neighbor תחזיות עלות וזמן הפרויקט בעזרת אלגוריתם
425	צדדים נוספים: מאחסון לניתוח ולהיזוי
429	חלק תעשיית הבניה בעידן הנתונים הדיגיטליים. הזדמנויות ואתגרים XI

פרק 11.1.	אסטרטגיות הישרדות: יצרת יתרונות תחרותיים.....	430
קורלציות במקום חישובים: העתיד של אנגליטיקה בבניה.....	430	
גישה מבוססת נתונים בבניה: תשתיית ברמה חדשה.....	433	
משרד דיגיטלי מהדור הבא: כיצד הבינה המלאכותית משנה את סביבת העבודה.....	434	
נתונים פתוחים ואובייקטיביה הם איום על עסקיו הבניהיים	436	
בעיות לא פתורות של אובייקטיביה כהזמנות האחרונה לנצל את הזמן עבור טרנספורמציה....	439	
פרק 11.2. מדריך מעשי ליישום גישה מונחת נתונים.....	444	
מעקרון למעשה: מפת דרכים להרבה דיגיטליית בענף הבניה	444	
מניחים את היסוד הדיגיטלי: 1-5 צעדים לבגרות דיגיטלית	446	
מגלה את הפוטנציאל של נתונים: 5-10 צעדים לבגרות דיגיטלית	450	
מפת דרכים לשינוי: מהכואס לחברה מונחת נתונים	456	
בנייה בתעשייה 5.0: כיצד להרוויח כאשר כבר אין אפשר להסתיר יותר	459	
סיכום.....	461	
על המחבר	464	
משוב	465	
הערה על התרגום.....	465	
מיומניות ומושגים נוספים.....	466	
מילון מונחים.....	470	
רשימת ספרות וחומרים מקוונים	476	
אינדקס נושאים	494	

מקסימום נוחות עם הגרסה המודפסת

לשימוש נוח יותר וגישה מהירה. אתם מוחזקים בידיכם את הגרסה הדיגיטלית החינמית של **Data-Driven Construction**. להורמים, אנו ממליצים לשקול את הגרסה המודפסת:

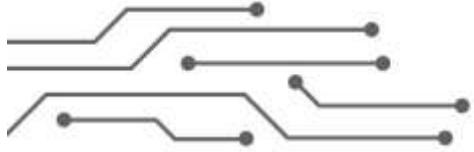


תמיד בהישג יד: ספר בפורמט מודפס יהפוך לכלי עבודהאמין המאפשר למצוא ולהשתמש במהירות בויאלייזציות ובתרשימים בכל מצב עבודה. יכולות גבואה של אויריים: כל התמונות והגרפים בגרסה המודפסת מוצגים באיכות מקסימלית, גישה מהירה למידע: נגישות נוחה, אפשרות לעשות הערות, סימניות ולעבוד עם הספר בכל מקום.



ברכישת הגרסה המודפסת המלאה של הספר, אתם מקבלים כלי נוח לעובדה נוחה ויעילה עם מידע: אפשרות להשתמש בחומרים ויוזאלים במשימות יומיומיות, למוצא במהירות את התרשימים הנדרשים ולעשות הערות. בנוסף, רכישתכם תומכת בהפצת ידע פתוח.

ניתן להזמין את הגרסה המודפסת של הספר בכתבota datadrivenconstruction.io/books



פרק I

מגלי חימר ועד מהפכה דיגיטלית: כיצד התפתחה המידע בבניה

בחלק הראשון של הספר נדונה האבולוציה ההיסטורית של ניהול הנתונים בתעשייה הבניה מהקלטות פרימיטיביות על חומרים פיזיים ועד מערכות דיגיטליות מודרניות. ניתוח – והשפעת פיצול הנתונים על ERP המהפכה בטכנולוגיות ניהול המידע, הופעת מערכות הייעילות של תהליכי העסקים. תשומת לב מיוחדת ניתנת לתהליכי הדיגיטציה של המידע ולחישובות הגוברת של ניתוח אובייקטיבי במקום הערכות מומחים סובייקטיביות. נדונה גם הצמיחה האקספוננציאלית של כמותם המידע שבנון נתקלת תעשיית הבניה המודרנית ואתגרים הקשורים לכך עבור מערכות תאגידות. נבחנת מיקום הפוטנציאלי של שימוש במבנה בהקשר של המהפכה התעשייתית הרביעית וה חמישית, כמו גם הפוטנציאלי של בניית מבנים מלאכותית. ובגישות מונחות נתונם ליצור יתרונות תחרותייםatrial advantages.

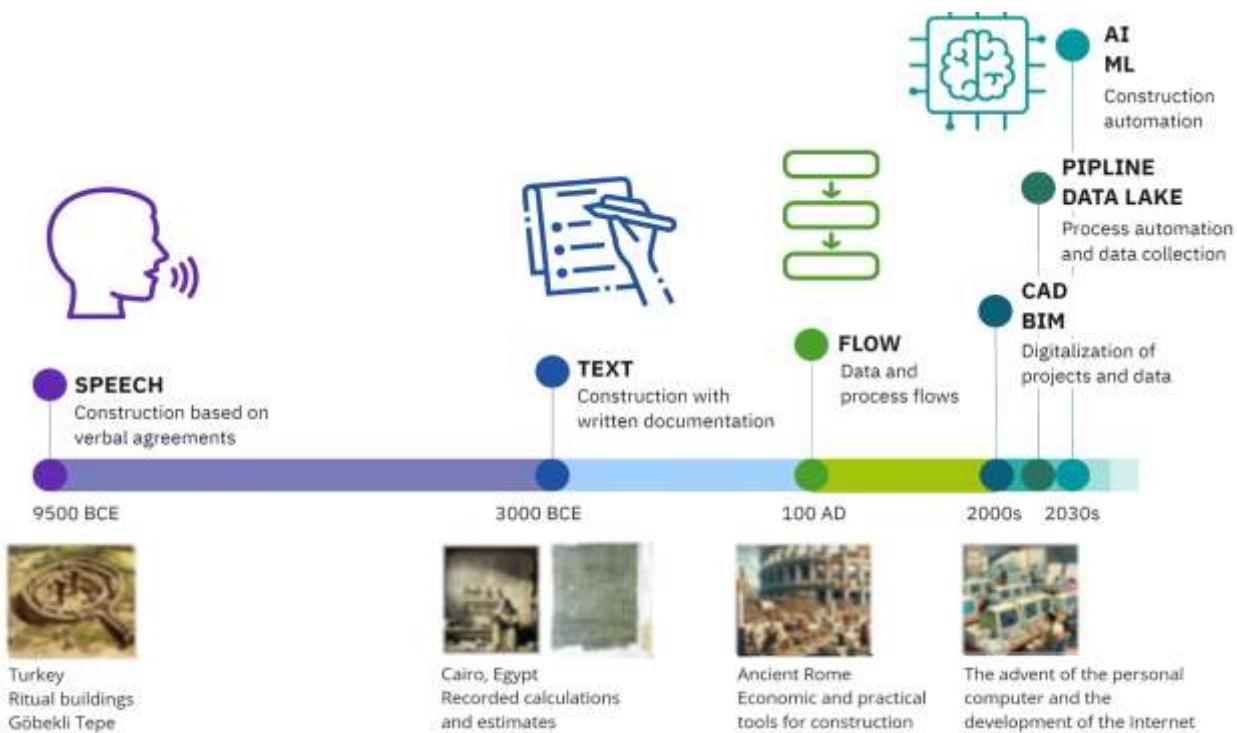
פרק 1.1.

התפתחות השימוש בנתונים בתעשייה הבניה

לידת עידן הנתונים בבניה

לפני כ-10,000 שנה, בעידן הניאוליתי, האנושות עשתה מעבר מהפכני בהתפתחותה, כאשר היא נטשה את אורה החיים הנודד לטובת התישבות, מה שהוביל להופעת הבניינים הראשונים הפרימיטיביים מחרס, עץ ובון.

עם ההתפתחות הציבוריות, האדריכלות הפכה למורכבת יותר, מה שהוביל להופעת המקדשים והבניינים הציבוריים הראשונים. המורכבות הגוברת של הפרויקטים האדריכליים דרשה מההנדסים וממנהליהם של העבר ליצור את החקלאות והחינוך הראשונים. ההחלטה הראשונית על לוחות חרס ועל פפרוסים כללו לעיתים הקרובות תיאור של הלוגיקה של חישוב כמהות החומרים הבוניים החדשים, עליהם וחישוב תשלום העבודה שבוצעה. כך החל עידן השימוש בנתונים בבנייה – הרבה לפני הופעת הטכנולוגיות הדיגיטליות המודרניות.



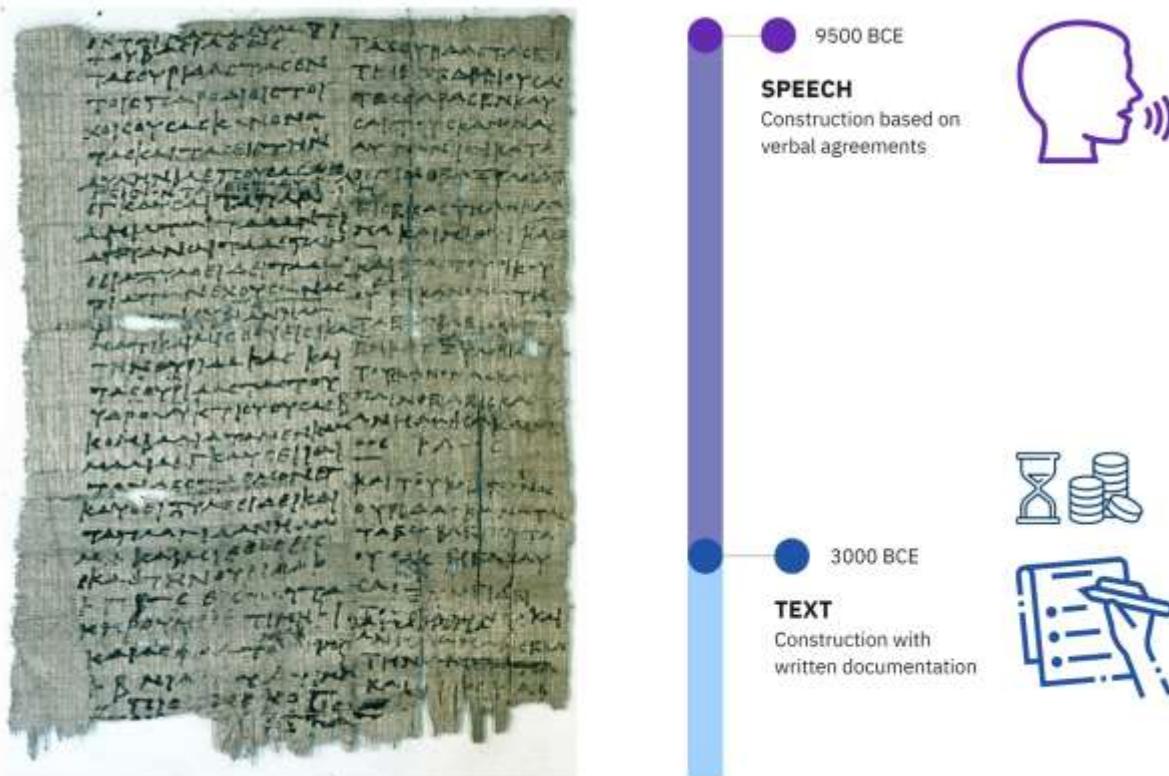
כרונולוגיה של התפתחות טכנולוגיות המידע במבנה: מידע מילולי ועד אינטלקנציה מלאכותית 1.11 אייר.

מחימר ופפירו לטכנולוגיות דיגיטליות

העדויות הדוקומנטריות הראשונות במבנה מתיחסות לתקופת בניית הfirmeuses, בסביבות 3000–4000 לפני הספירה.

מאו, ניהול רשותות כתובות הקל והנחה את ההתקדמות בתעשייה הבניה, מה שאפשר לצבור ולסדר ידע, שהוביל במהלך 10,000 שנים הבאות להדרשות מושלמת בשיטות הבניה ובأدרכילות.

"A0" או נייר בגודל (1.12 א"ר) השימוש בנושאים פיזיים ראשונים בבניה, כמו לוחות חימר, פפירים בן אלף שנה בשנות ה-80, לרישום נתוניים לא התכוון במקור לשימוש במידע זהה בפרויקטים החדשים. המטרה העיקרית של רשותות אלו הייתה תיאור מפורט של מצב הפרויקט הנוכחי, כולל היישובים של חומרים נדרשים ועלוות העבודה. באותו אופן בעולם המודרני, קיומם נתוני פרויקט דיגיטליים ודגמים לא תמיד מבטיח את השימוש שלהם בפרויקטים עתידיים ולעתים קרובות הם משמשים בעיקר כמידע לחישובים הנוכחים של חומרים נדרשים ועלוות הבניה.



פפירים מהמאה ה-3 לפני הספירה, המתאר את עלות הציור של סוגיה חלונות שונים בארמון המלכתי באמצעות 1.12 א"ר טכניקת אנקאוסטיקה.

לאנושות נדרשו כ-5,000 שנה לעبور משיחות בעל פה למסמכים כתובים בניהול פרויקטים בבניה, וכך גם נדרשו כמות זמן דומה לעبور מנושאים נייריים לנתחים דיגיטליים מקור העיקרי לתכנון ובקרה.

בדומה לכך, כיצד התפתחות הקשרים המקצועיים והכספיים עוררה את הופעת הכתיבה והערכיו דין הראשונים, אשר פתרו בעיות שניי בחלוקת, כך גם הרשותות הראשונות על עלויות חומרים והיקפי עבודה בבניה הובילו להופעת המנהלים הראשונים בתעשייה הבניה, אשר היו אחראים על תיעוד, ניטור ואחריות על מידע מפתח לגבי לוחות זמינים ועלוות הפרויקט.

כיום, הנחונים משחקים תפקידו הרבה יותר מאשר מושגתו: הם לא רק מתעדים את ההחלטה שהתקבלו, אלא גם הופכים לכלי להיזוי ודימוי העתיד. על בסיס זה נבנה האישה המודרנית לניהול פרויקטים - הפיכת הניסיון המוצבר למערכת קבלת החלטות, המבוססת על נתונים מובנים ומאומתים.

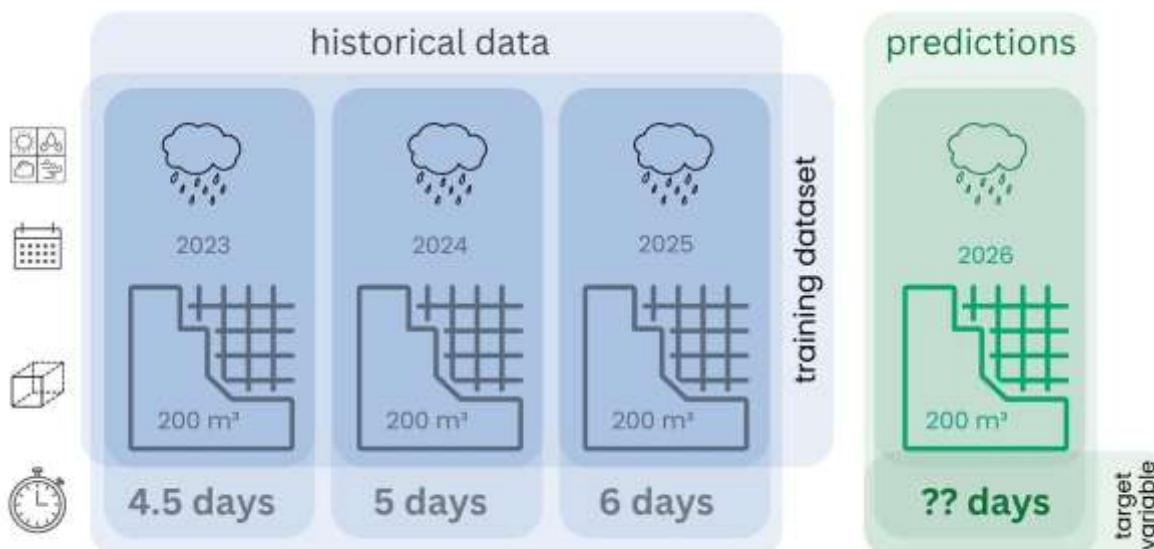
תהליכי כימי לניסיון, מנוהל על ידי נתונים

בבסיס כל תהליך טמונה טרנספורמציה של ניסיון העבר לכלי לתכנון העתיד. ניסיון במובן המודרני מייצג סט נתונים מובנה, שהניתוחה שלו מאפשר לבצע תחזיות מבוססות.

נתוני העבר הם הבסיס להיזוי, שכן הם מוגנים בצורה ברורה את תוכאות העבודות שבוצעו ומספקים תובנות לגבי הגורמים המשפיעים על תוכאות אלו.

נבחן דוגמה ספציפית מתוך בניית מונוליטית: בדרך כלל, כאשר מתכנים אתلوحות הזמנים של העבודות, מתחשבים בנצח הבטון, במרקם המבנה ובתנאי מג האוויר. גניה כי למנהל העבודה באתר הבניה או לנחונים ההיסטוריים של **משך ההקרה, בשנים האחרונות (2023–2025)** (ש נתונים המצביעים על כך שדרוש בין 4.5 ל-6 ימים במקרה זה, הערכת הזמן – התהליך האנגיטי פועל כמנגנון להמרת נתונים מפוזרים לניסיון מובנה, ולאחר מכן – לכלי, תנון מדויק. הנתונים והתהליכים הם מערכת אקולוגית אחת, שבה אחד יכול להתקיים ללא השני.

חשבו את מה שניתן לספור, מודיעו את מה שניתן למדוד, ואת מה שאין ניתן למדידה, הפכו אותו למדיד. גלילאו גליליי



בעתיד מהכמויות אחת לחיזוי אימוני נתונים סט משמשים היסטוריים נתונים 1.13 אior.

וקבלת תהליכי של אופטימיזציה, ייעיל פרויקטים בניהול קרייטי לרכיב הופך נתונים ניתוח, המודרני העסקי בעידן

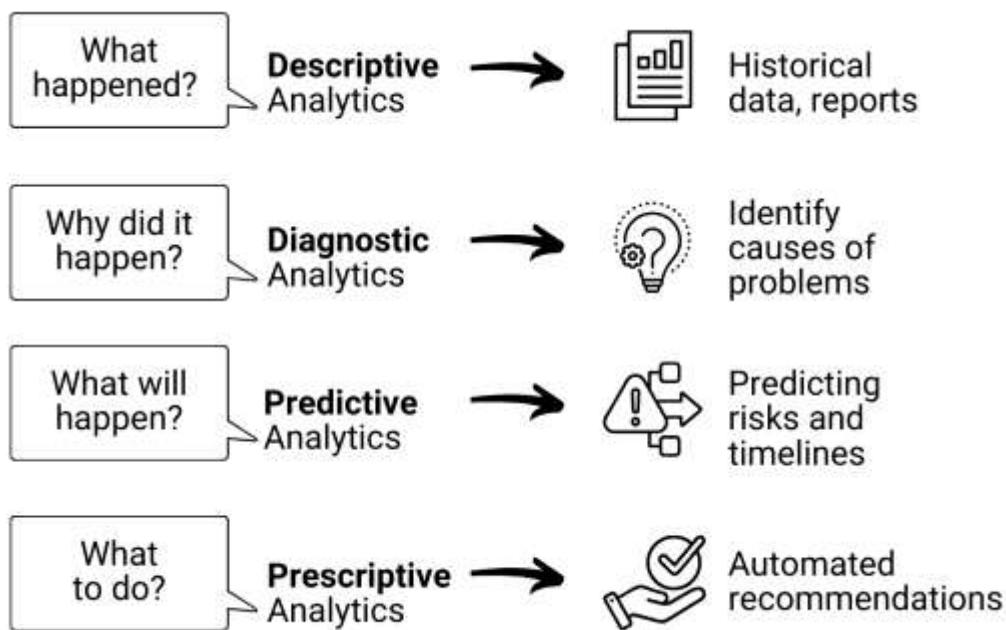
מהן אחת כל כאשר, ניתוח של מפתח רמות ארבעה של בהבנה בהדרגה מתקדמת הבניה תעשיית. אסטרטגיות החלטות - ייחודיים יתרונות וספקת ספציפית שאליה על עונה

ו途אות אירועים על דוחות היסטוריים נתונים וספקת? קרה מה השאלת על עונה - תיאורית אנליטיקה ר"מ 200 של בשטח מונוליטי מבנה יציקת דרשה (2023-2025) האחרונות שנים שלוש במהלך: מה עבר ימים 6-4.5 בין גשם אוור במאז

הניתוח: בעיות להיווצרות הסיבות את חושפת? קרה זה למה השאלת על עונה - דיאגנוזטיית אנליטיקה של התקשות תהליך את שהאט, הגשם האויר מזג בגל התארך המונוליטי המבנה של היצקה שזמן מראה הבטון.

:? קרה מה השאלת על עונה, ביצוע זמני פוטנציאליים סיכונים מנכאת, לעתיד מכונת - חיזוקית אנליטיקה גשם אוור במאז ר"מ 200 של בשטח דומה מונוליטי מבנה יציקת כי מנכאים, היסטוריים נתונים על בתבסס הידועים והנטוות האגרמיים בכל התחשבות תוך, ימים 5.5-כ תדרוש 2026 בשנת

לחברות שמאפשר מה? ? לעשות מה השאלת על עונה אוטומטיות המלצות מספקת פרסקראטיבית אנליטיקה מיוחדים בתוספים להשתמש מומלץ, למשל, העבודה של אופטימיזציה לצורך. האופטימליות בפעולות לבחור ביותר הנמוכה הסבירות עם בחקופות היצקה את לחנן; אבואה לחות בתנאי הבטון התקיבשות להאצת מזג בתנאי גם ימים 4-4.5 ל העבודה זמן את קצר שיאפשר מה, לבנייה זמינים כיסויים לארגן; לגשימים נוחים לא אוור



1.14. ראש. סוג האנליטיקה העיקריים: מתיאור העבר ועד תהליך קבלת החלטות אוטומטי

טרנספורמציה דיגיטלית מלאה, המניה מעבר לאנליטיקה מרכזית ולניהול מבוסס נתונים, דורשת לא רק גישת קבלנים חיצוניים, אלא גם יצרת צוות פנימי מiomן. המשתפים המרכזיים בצוות כזה צריכים להיות מנהלי מוצר, מהנדסי נתונים,

אנגליסטים ומפתחים, שעובדים בשיתוף פעולה הדוק עם מחלקות עסקיות. שיתוף פעולה זה הכרחי כדי לנסה שאלות אנליזיות נכונות ולבצע פרמטריזציה יעילה של בעיות עסקיות לקבלת החלטות. בתנאים של חברה מידע, הנתונים הופכים לא רק לכלי עזר, אלא לבסיס לחיזוי ואופטימיזציה.

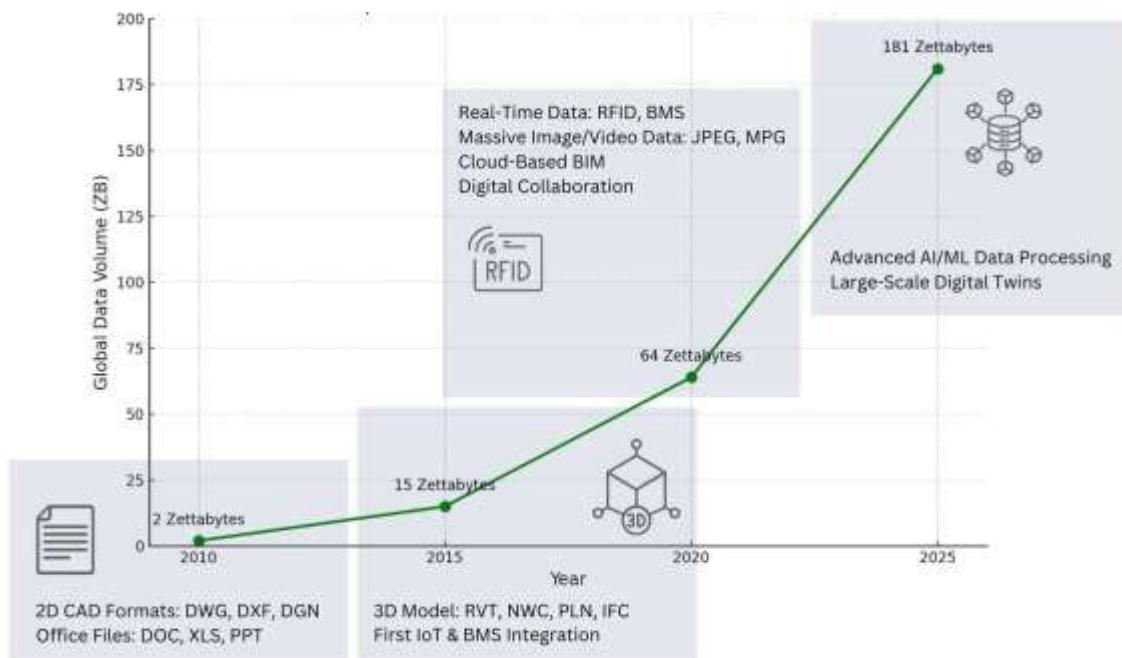
בתחום הבניה, הטרנספורמציה הדיגיטלית משנה באופן יסודי את הגישות לתכנון, ניהול ותפעול של פרויקטים. תהליכי זה נקרא דיגיטליזציה של מידע - כאשר כל היבטים של תהליך הבניה מועברים לצורת נתונים דיגיטלי, המתאים לניתוח.

דיגיטיזציה של מידע בתהליך הבניה

במשך אלפי שנים, כמות המידע שנרשמה בתחום הבניה כמעט כמעט כמעט לא השתנה, אך בעשורים האחרונים היא צמיחה בינהירה.

ניהול נתונים. מה הסטודנטים צריכים כדי להצלחה בעולם העסקי המשתנה" PwC® לפי מחקר של (במהירות) 2015, 90% מכל הנתונים בעולם נוצרו בשנים האחרונות (נכון לשנת 2015). עם זאת רוב החברות לא מנצלות את הנתונים הללו במלואם, מכיוון שהם או נשארים במערכות מבודדות, או פשוט מואחסנים בארכיון ללא ניתוח ממשי.

בשנים האחרונות, הגדול בכמות הנתונים רק האיז, והוכפל מ-15 זטאבייט בשנת 2015 ל-181 זטאבייט בשנת 2025 מדי יום, השרותים של חברות הבניה והתקנון מתמלאים במסמכים פרויקט, לוחות זמנים, חישובים וdochotot כמספרים. עבור ו-RVT, NWC, PLN, DWG, DXF-ו-DGN, 3D-ו-IFC™, IFC.DOC, XLSX-ו-PPT, מסמכים טקסטואליים, גילוונות עבודה ומצגות נשמרם בפורמטים ייחוי RFID® (תווית, T-ו-זמן אמת מתכבלים נתונים מרכיבי, JPEG-ו-MPG וdimoim מאתר הבניה - בפורמטים ניטור ושליטה BMS ומעקב (ومמערכות ניהול בניינים).



הצמיחה הפרבולית של כמות הנתונים 2010–2025 | 1.15 ריש.

בתנאים של גידול מהיר בכמות המידע, תעשיית הבניה מתמודדת עם הצורך לא רק לאוסף ולאחסן נתונים, אלא גם להבטיח את בדיקתם, אימוחם, מדידותיהם ועיבוד אנליטי שלהם. ביום, התעשייה חוות שלב פעיל של דיגיטליזציה של מידע - המرة מערכות של כל היבטים של פעילות הבניה לצורכי נתונים דיגיטליים, המתאימה לניתוח, פרשנות ואוטומציה.

דיגיטליזציה של מידע פירושה קבלת מידע על כל היישויות והאלמנטים של פרויקט הבניה ושל תהליכי הבניה עצמוו - כולל אלה שלא נחשבו בעבר למידע - והמרתן לפורמט נתונים, כדי להפוך את המידע לכמותי ומוסיע לניתוח.

בקשר של בנייה, זה מתייחס לתיעוד והבעה במספרים של מידע על כל רכיבי הפרויקטם וכל התהליכים - מהעברת ציוד ואנשים לאתר הבניה ועד לתנאי מזג האוויר והקלים באתר, מחירים החומרים הנוכחים וריבית הבנק המרכזי. במטרה לייצר מודלים אנליטיים.

אם אתה יכול למדוד את מה שאתה מדבר עלייו ולהביע את זה במספרים - זה אומר שאתה יודע ממשו על הנושא זה. אבל אם אתה לא יכול לבטא את זה כמותית, הידע שלך מוגבל מאוד ואני מספק. אולי זה שלב ראשון, אבל זה לא רמת ידע מדעי אמיתי. ו. תומסון (לורד קלוון), 1824–1907, מדען בריטי

דיגיטציה של מידע חורגת הרבה מעבר לגישה המסורתית לאיסוף מידע, שבה נרשמו רק מדדים בסיסיים - כמו שנות אדם או עלויות חומר בפועל. היום כמעט כל אירוע יכול להיות מומר לזמן נתון שנitin לנitorה עמוקה באמצעות כלים של אנליטיקה מתקדמת ושיטות של למידת מכונה. בתעשייה הבניה התרחש שינוי מהותי: משרטוטים על נייר, תקציבי

- והנחיות בעל פה - למערכות דיגיטליות, שבחן כל רכיב של האובייקט הופך למקור נתונים. אפילו העובדים Excel מההנדסים ועד הבנאים באתר - נחשבים כתע אוסף של משתנים דיגיטליים וסטים של נתונים.

בעיות מוכרות - גישות חדשות: סקירה עולמית של הבניה לשנת 2023, "דיגיטליים KPMG" לפי נתוני הפוכים לדוחים מרכזים להעלאת רוחניות, Big Data, AI (AI) כפולים, אינטלקטואלית מלאכותית. הפרויקטים

טכנולוגיות מודרניות לא רק שופשטו את איסוף המידע, מה שהופך אותו במידה רבה לאותומטי, אלא גם מפחיתות באופן דרמטי את עלות אחסון הנתונים. כתוצאה לכך, חברות מוטרות על גישה סלקטיבית ויעדיפות לשמור את כל מאגר המידע לנתחה עתידי, מה שפותח הזרמוויות פוטנציאליות לאופטימיזציה של תהליכי בעתיד.

דיגיטציה של מידע ודיגיטיזציה אפשרות לחושף ערך סמלי, שלא נעשה בו שימוש בעבר. כאשר הנתונים מאורגנים כראוי, הם מקבלים חיים חדשים: ניתן לעשות בהם שימוש חוזר, להרהר בהם מחדש ולשלבם בשירותים ובפתרונות חדשים.

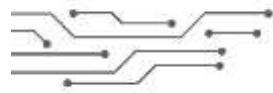
בעתיד, דיגיטציה של מידע טוביל ככל הנראה לאוטומציה מלאה של ניהול המסמכים, לישום תהליכי בנייה עצמאיים. ומהנדסים דיגיטליים AI ולחופעת מקצועות חדשים - אנליסטים של נתוני בנייה, מומחים לניהול פרויקטים באמצעות אובייקטי הבניה יהפכו למקורות מידע דינמיים, וההשלכות יתבססו לא על אינטואיציה או ניסיון סובייקטיבי, אלא על עובדות דיגיטליות מהימנות ונינות לשחוות.

מידע הוא הנפט של המאה ה-21, והאנליטיקה היא מנוע הערים הפנימית. פיטר סונדרגארד, סגן נשיא בכיר של Gartner®.

לשנת 2024, צפוי כי ההוצאות הגלובליות על ניהול נתונים ואנלטיקה IoT Analytics יתאפסו בהתאם לנתוני יגדלו באופן חד משמעי מ-185.5 מיליארד דולר בשנת 2023 ל-513.3 מיליארד דולר עד שנת 2030: כאשר שיעור הצמיחה השנתי הממוצע יעמוד על 16%. עם זאת, לא כל המרכיבים צומחים באותו קצבים האנלטיקה מתפתחת במהירות, בעוד שהצמיחה של מערכות אחסון הנתונים מתמתנת. האנלטיקה מספקת את הצמיחה המהירה ביותר במערכות ניהול הנתונים: על פי תחזיות, היקפה יגדל מ-60.6 מיליארד דולר בשנת 227.9 מיליארד דולר עד שנת 2030, מה שמתאים לשיעור צמיחה שנתי ממוצע של 27% ב-2023.

עם האצת תחلك הדיגיטציה של המידע והצמיחה המהירה של חברות הבניה מתמודדים עם הצורך לאחסן, לנתח ולעבד באופן שיטתי נתונים מגוונים ולעיטות לא איחדים. בתגובה לאתגר זה, החל משנהה של המאה ה-20, התעשייה החלה לעבור באופן נרחב ליצירה, אחסון וניהול מסמכים באופן אלקטרוני - החל 90 מגילונות עבודה וחישובים פרויקטיים ועדشرطומים וחזים.

מסמכים מסורתיים מודפסים, אשר דרשו חתימות, אחסון פיזי, סקירה קבועה וארכוב בארכנות, נדחקים בהדרגה על ידי מערכות דיגיטליות, שבחן הנתונים נשמרים בצורה מסוימת - בסיסי נתונים של יישומים ייחודיים.



פרק 1.2.

טכנולוגיות ומערכות ניהול נתונים במבנה המודרנית

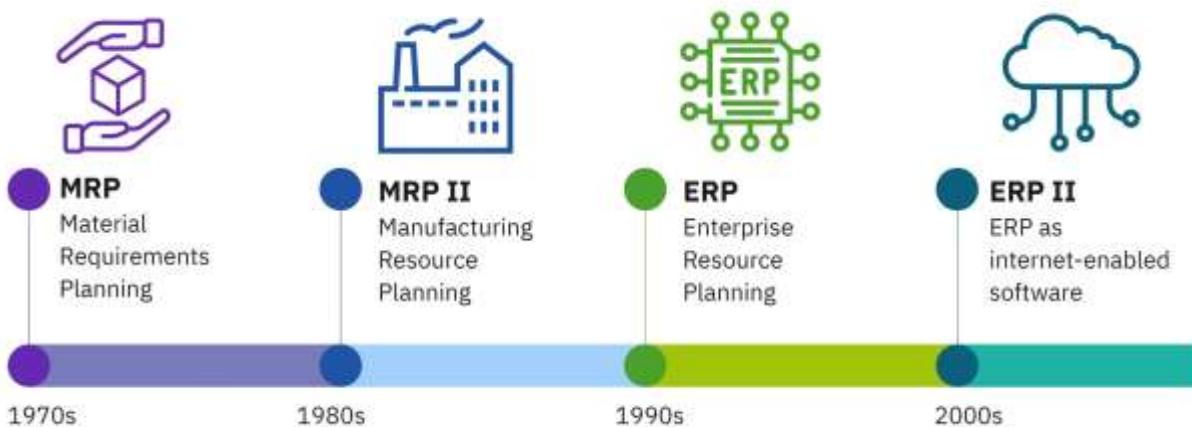
מודולריות MRP/ERP המהפכה הדיגיטלית והופעת מערכות

עדין האחסון והעיבוד המודרני של נתונים בצורה דיגיטלית החל עם הופעת סרטי המגנטים בשנות ה-50, אשר פתחו את האפשרות לאחסן ולהשתמש בكمויות גדולות של מידע. הפריצה הבאה הייתה הופעת כונני הדיסק, ששינו באופן רדייקלי את הגישה לניהול נתונים בתעשייה הבנייה.

עם התפתחות מחסני הנתונים, נכנסו לשוק פתרונות רבים מ חברות שונות, אשר החלו לפתח תוכנה מודולרית לייצור, אחסון, עיבוד נתונים ואוטומציה של משימות שגרתיות.

הצמיחה האקספוננציאלית של כמות המידע והכליים הביאו לצורך בפיתוח פתרונות מודולריים משלבים אשר אינם פועלים עם קבצים בודדים, אלא מסיעים לניהול ולשלוט בזרימת הנתונים במסגרת תהליכיים ופרויקטים שונים.

הכליים הראשונים של הפלטפורמה המורכבת לא רק היו צריכים לאחסן מסמכים, אלא גם לתעד את כל הבקשות לשינויים ופעולות בתהליכיים: מי יזם אותן, מה היה היקף הבקשה ומה בסופו של דבר נרשם כערך או מאפיין. למטרות אלו נדרשת תכנון (T) MRP מערכת שיכלה לעקוב אחרי חישובים מדויקים והחלטות שהתקבלו. פלטפורמות כאלה הפכו למערכות תכנון משאבים ארגוניים, אשר זכו לפופולריות מתחילה בשנת ה-90-ERP 90-דרישות חומר (T).

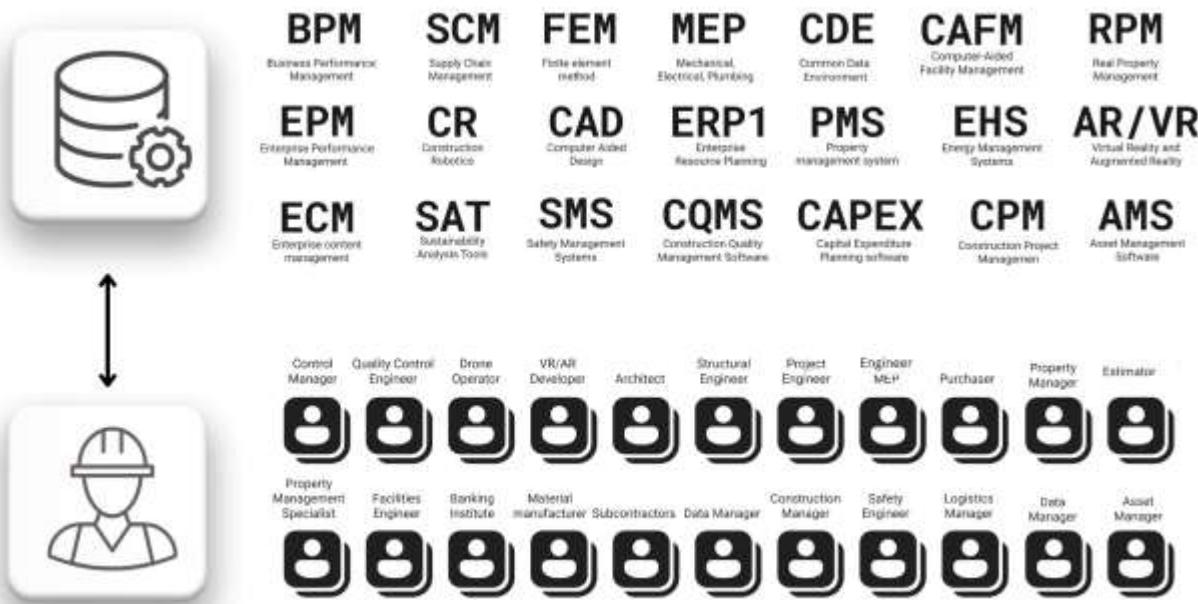


- בשנות ה-80 ERP הישגים בתחום טכנולוגיות האחסון הביאו להופעת מערכות

הראשוונות הניבו את היסודות לעידן הדיגיטציה בניהול תהליכי עסקים ופרויקטים במבנה MRP-ERP. מערכות מודולריות, אשר נועד במקור לאוטומציה של תהליכי עסקים מרכזיים, החלו עם הזמן להשתלב עם פתרונות תוכנה נוספים, גמישים וمستגלים יותר.

פתרונות נוספים נועדו לעיבוד נתונים ולניהול תוכן פרויקטים, הם או החליפו מודולים מסוימים במערכות הגדולות,

או שהשלימו אותו ביעילות, והרחיבו את הfonקציונליות של כל המערכת.



איור 1.22 פתרונות תוכנה חדשים משכו לעסוק צבא שלם של מנהלים לניהול זומי נתונים.

בעשורים האחרונים חברות השקעות סכמים ממשמעותיים במערכות מודולריות, רואות בהן פתרונות אינטגרטיביים לטווח ארוך.

עומד על ERP לשנת 2022, התקציב המוצע למשתמש במערכת Software Path לפי נתוני דוח Dolle American, כ- 26% מעובדי החברה משתמשים במערכות אלו. כך, עבור ארגון עם 9,000 מגייעות לכ- 900,000 דולר ERP משתמשים, העלוויות הכלולות ליישום 100

ההשקעות בפתרונות מודולריים סגורים הופכות לפחות מזדקאות לאור התפתחות המהירה של טכנולוגיות מודרניות גמישות ופתוחות. אם השקעות כאלה כבר נעשו, חשוב להעניק מחדש את תפקיד המרכיבות הקיימות: האם הם עדיין נחוצות בטוחה האורך, או שנitin לשקל את הfonקציית שלhn ולישם אותן בצורה יעילה וскопה יותר

אחד הביעות המרכזיות של פלטפורמות מודולריות עכשוויות לעיבוד נתונים היא שהן מרכזות את ניהול הנתונים בתוך אפליקציות סגורות. כתוצאה לכך, הנתונים - הנכס המרכזי של החברה - תלויים בפתרונות תוכנה ספציפיים ולא להפץ זה מגביל את האפשרויות לשימוש חוזר במידע, מקשה על הגירה ומפחית את הגמישות של העסק בתנאים של נוף דיגיטלי המשתנה ב מהירות.

אם יש סבירות שהחשיבות או הביקוש לארכיטקטורה מודולרית סגורה יפחתו בעתיד, יש מקום להכיר כבר היום בהוצאות שנעשו כהוצאות בלתי הפיכות ולהתמקד במעבר אסטרטגי למערכת אקוולוגית דיגיטלית פתוחה, ניתנת להרחבה ומסתגלת יותר.

תוכנה קניינית מאופיינת בשליטה מוחלטת של חברת הפיתוח על הקוד המקורי והנתונים של המשתמשים הנוצרים במהלך השימוש בתוכנות כאלה. בוגוד לתוכנות קוד פתוח, למשתמשים אין גישה למבנה הפנימי של האפליקציה ואין יכולם לבדוק, לשנות או להתאים אותה לצרכיהם. במקום זאת, הם מחויבים לרכוש רישיונות המעניקים את הזכות להשתמש בתוכנה בהתאם למגבלי שנקבעו על ידי הספק.

הגישה המודרנית הממוקדת בתוכנות מציעה פרדיגמה שונה: נתונים צריים להישוב כנכש אסטרטגי מרכזי - עצמאי ארוך טווח ומופרד מפתרונות תוכנה ספציפיים. האפליקציות, מצידן, הופכות לכליים לעבודה עם נתונים, שנitin להחליפן בחופשיות מבלי לסכן את אובדן המידע הקritisטי.

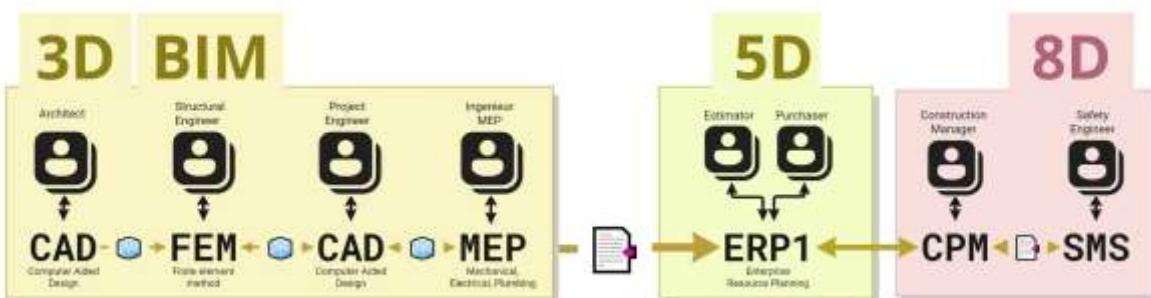
בשנות ה-90 סיפה עסקים כלים רביעצמה לניהול תהליכיים, אך הביאה גם MRP-1 ERP התפתחות של מערכות לתוכאה בלתי צפואה - עלייה משמעותית במספר העובדים העוסקים בתחום זרמי המידע. במקומם לאותם ולפשט את IT המשימות התפעוליות, מערכות אלו לעתים קרובות יצרו רמות חדשות של מורכבות, בירוקרטיה ותלות במשאי פנים.

מערכות ניהול נתונים: מהפקת נתונים למשימות עסקיות

חברות מודרניות מתמודדות עם הצורך לשלב מספר מערכות לניהול נתונים. הבחירה במערכות ניהול נתונים, ניהול נכון של מערכות אלו ושיילוב מקורות נתונים מפוזרים הופכים למשימה קritisית עבור הייעילות של העסק.

(1.23) באמצע שנות ה-2020 ניתן למצוא מאות (ובחברות גדולות אף) (מערכות שונות בחברות בנייה בין לאומיות) איור 1.23 אשר צרכות לפעול בהרמונייה כדי שככל הביטוי תהליך הבניה יתנהלו בצדקה חלקה ומסודרת.

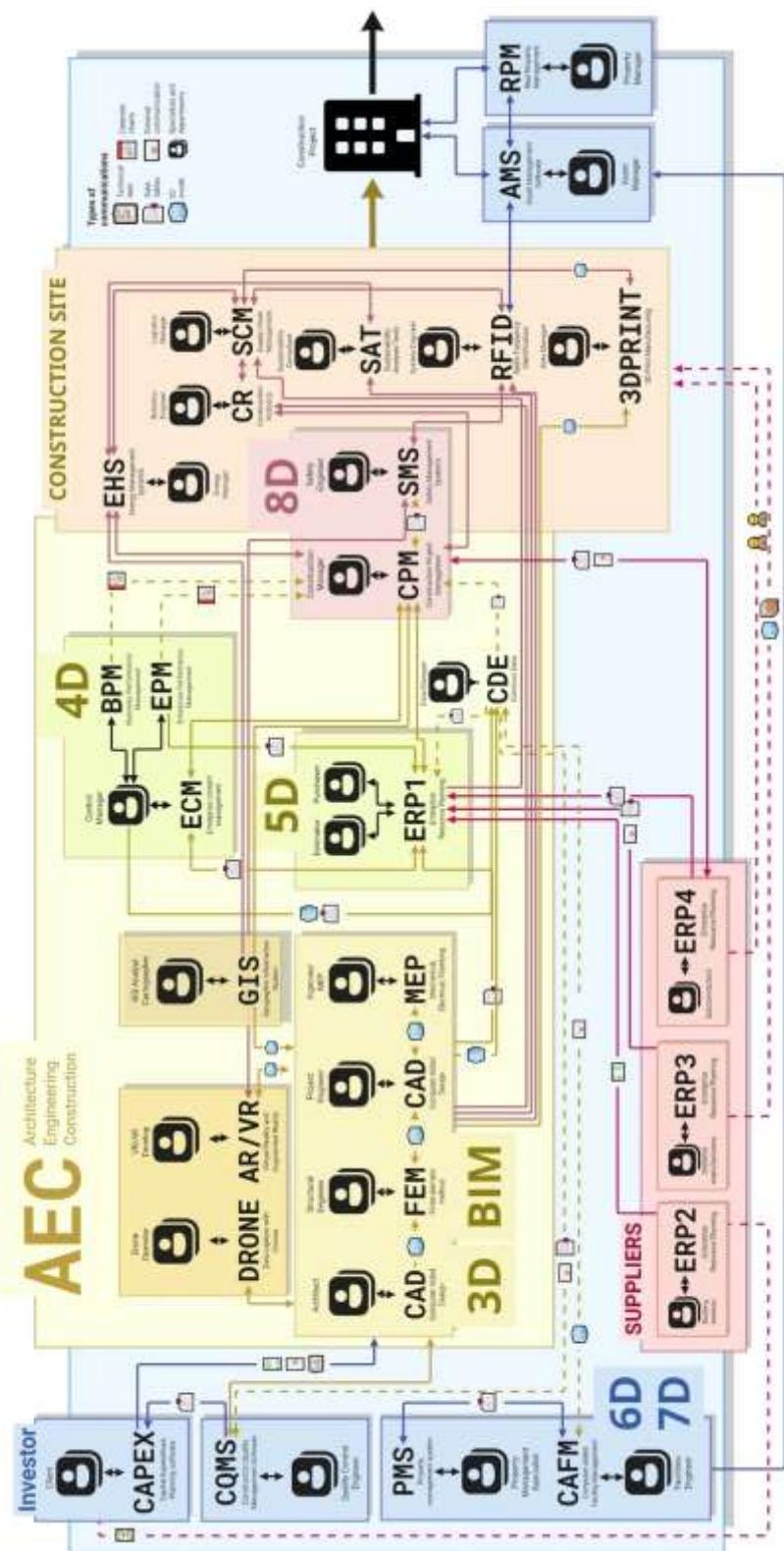
ניהול מבוסס נתונים בפרויקטים דיגיטליים "משנת 2016 - איש" Deloitte® לפי מחקר של מקצוע בתחום הבניה משתמש במוצע ב-3.3 ישומים תוכנתים ביום, אך רק 1.7 מהם משולבים זה זהה



איור 1.23 כל מערכת עסקית דורשת צוות מקצועני ומנהל אחראי לניהול איכות של הנתונים.

להלן רשימה של מערכות פופולריות עבור חברות בנייה וגדולות בתחום הבניה, אשר משמשות לניהול יעיל של פרויקטי בנייה:

- (תכנון מشاءבים ארגוניים – מספקת אינטגרציה של תהליכי עסקים, כולל חשבונאות, רכש וניהול ERP פרויקטים.
- (תוכנה תכנון הוצאות הון – משמשת להכנת תקציב וניהול השקעות כספיות בפרויקט בנייה CAPEX. מסיעת לקבוע את עלות הנכסים הקבועים וההשקעות בנכסים ארכוי טוחה.
- (מודל מידע בניתי – משמשות ליצירת שרטוטים טכניים מפורטים BIM-)UCEB בעזרת מחשב (ו.מודלים תלת-ממדיים של פרויקטים. המיקוד במערכות אלו הוא בעבודה עם מידע גיאומטרי).
- (מכני, חשמלי, אינסטלציה – מערכות הנדסיות הכוללות רכיבים מכניים, חשמליים ואינסטלציה MEP. ופרטות את "מערכת הדם" הפנימית של הפרויקט).
- (מערכות מידע גיאוגרפיות – משמשות לניתוח ותוכנו שטחים, כולל מיפוי וניתוח מרחבי GIS).
- (תוכנה לניהול איכות הבניה – מבטיחה שהליכי הבניה עומדים בסטנדרטים ובתקנות שנקבעו CQMS. מסיעת בהסרת פגמים).
- (ניהול פרויקטי בנייה – כולל תכנון, תיאום ובקרת תהליכי הבניה CPM).
- (ניהול מתכונים בעזרת מחשב – מערכות לניהול ותחזוקת מבנים CAFM).
- (ניהול שירות אספקה – נדרשת לאופטימיזציה של זרימת החומרים והמידע בין הספקים לאתר הבניה SCM).
- (ניהול ביצועים ארגוניים – מכוננת לשיפור תהליכי עסקים ופרודוקטיביות EPM).
- (תוכנת ניהול נכסים – משמשת לאופטימיזציה של השימוש, הניהול והתחזוקה של ציוד ותשתיות AMS. במהלך כל מחזור חי הנקסים).
- (ניהול וכיסים ריאליים – כולל ממשימות ותהליכי הקשורים לניהול ופעול מבנים וקרקעות, כמו גם RPM. מושגים וכיסים קשורים).



איור 1.24 הקשרים בין המערכות, המחברות את תהליכי החברה עם זרימת המידע בין מחלקות שונות.

(הנדסה בעזרת מחשב – הנדסה ממוחשבת, כולל מערכות היישוביות וסימולציות, כגון ניתוח בשיטת CAE (CFD) וдинמיקה של נזולים חישובית (FEA) אלמנטים סופיים (CAE).
 (динמיקה של נזולים חישובית – מודל של זרימת נזולים וגזים. תחת-קטגוריה של CFD)
 (תכנון תהליכיים בעזרת מחשב – תכנון תהליכיים טכנולוגיים בעזרת מחשב. משמש לייצור מפות CAPP מסלול ומפות טכנולוגיות.
 (יצור בעזרת מחשב – ייצור אוטומטי, יצירה תוכניות בקרה למוכנות עם בקרת מספירת CAM (MES).
 (ניהול נתוני מוצר – ניהול נתונים על מוצר, מערכת לאחסון וניהול תיעוד טכני PDM (MES).
 (מערכת ניהול ייצור – מערכת לניהול תהליכי ייצור בזמן אמת MES)
 ומערכות CAM, CAPP, PLM, PDM, CAM (ניהולழור חי מוצר – ניהולழור חי רכיב בפרויקט, אחד את PLM (MES).
 נספנות לשילטה מלאה על המוצר מהפיתוח ועד ההשמדה.

מערכות אלו ורבות אחרות, הכוללות פתרונות תוכנה מגוונים, הפכו לחלק בלתי נפרד מההתעשייה הבניתית המודרנית מהותית, מערכות אלו מהוות בסיס נתונים מיוחדים עם ממשקים אינטואיטיביים, המאפשרים הזנה, עיבוד וניתוח מידע בצורה ייעילה בכל שלב של תכנון ובנייה. אינטגרציה של כלים דיגיטליים זה עם זה לא רק מסיעת אופטימיזציה של תהליכי העבודה, אלא גם מעלה באופן משמעותי את דיוק החלטות המתקבלות, מה שמשפיע לטובה על זמני הביצוע ואיכות הפרויקטם.

אך האינטגרציה אינה קיימת בחצי מהפרויקטים. לפי סטטיסטיקה, רק כל אפליקציה או מערכת שנייה משולבת עם פתרונות אחרים. זה מצביע על המשמעות הפיצול בסביבה הדיגיטלית ומדגיש את הצורך בפיתוח תקנים פתוחים וממשקים מאוחדים כדי להבטיח חילופי מידע רציפים במסגרת פרויקט הבניה.

אחד האתגרים המרכזיים באינטגרציה עברו חברות מודרניות הוא המורכבות הגבוהה של מערכות דיגיטליות והדרישות מהמשתמשים, הנדרשות להיפוי ופרשנות מידע בצורה ייעילה. לצורך תמייה בכל מערכת המוטמעת בעסק, מוקמת צוות מומחים בראשות מנהל מפתח.

מינהל המערכת המרכזי משחק תפקיד מכריע בכיוונו זרימת הנתונים ואחראי על אינטראקציית המידע הסופי בדומה למנהלים הראשונים לפני שניים שאחראים על המספרים שנרשמו על פפרוס או לוחות חימר.

כדי להפוך זרמי מידע מבודדים לכלי ניהול, נדרשת יכולת לאינטגרציה מערכותיו ולניהול נתונים. בארכיטקטורה זו המנהלים צריכים לפעול כאלמנטים בראשת אחת – בדומה למיצלים, המחבר בין חלקים שונים של החברה לארגניזם חיו שלם, המאפשר להסתגל ולהתפתח.

מיצל של תאגידים: כיצד נתונים מתחברים לתהליכי עסקים

תהליך האינטגרציה של נתונים באפליקציות ובבסיס נתונים מtabס על אגירה של מידע המתקבל ממוקורות מגוונים, כולל מחלקות שונות ומוסחים. המוסחים ממחפשים את הנתונים הנדרשים, מעבדים אותם ומעבירים למערכותיהם ואפליקצייתיהם לשימוש נוסף.

כל מערכת בחברה, המורכבת מקבוצת כלים, טכנולוגיות ובסיס נתונים – היא עצ' ידע, שורשיה באדמת נתונים היסטוריים וצומחת כדי להביא פירות חדשות בדמות פתרונות מוכנים: מסמכים, חישובים, טבלאות, גרפים ולוחות

מחוונים. מערכות בחברה, בדומה לעצים באותו אזור עיר, מתחשנות ומתחשנות זו עם זו, מהוות מערכת מורכבת ומסודרת היטב, הנתמכת ומנוהלת על ידי מנהלי מומחים.

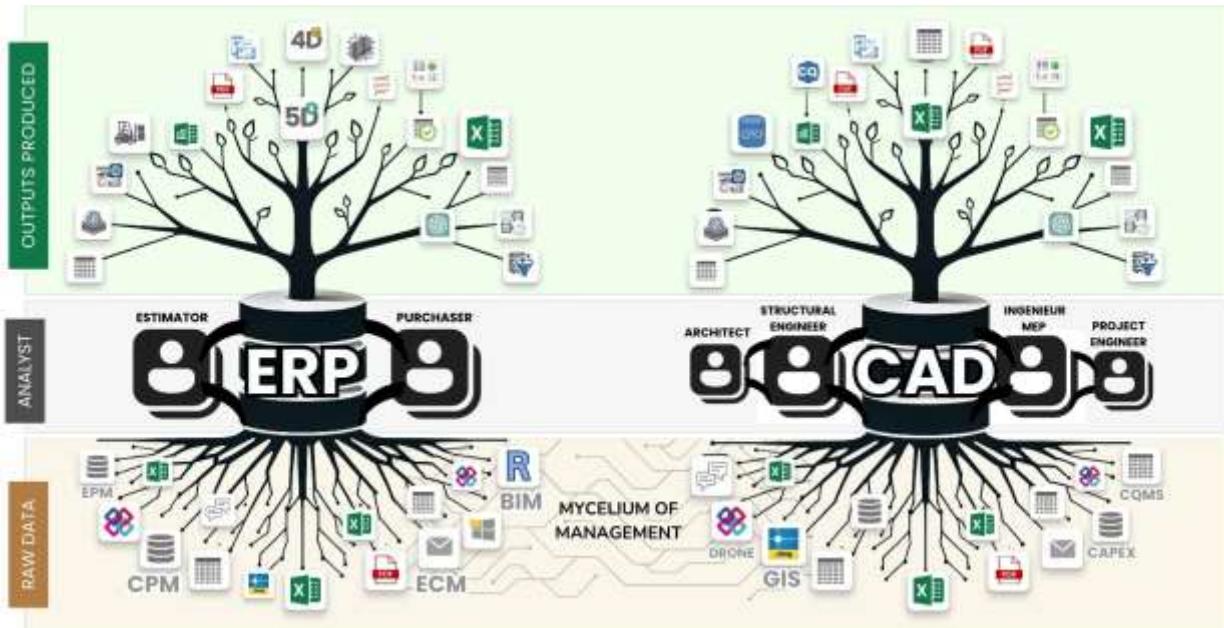
מערכת ההיפוך וההעברה המידע בחברה פועלת כרשת יער מורכבת, המורכבת מעצים (מערכות (ומיצליום של פטריות) מנהלים, (המהווים מתוכנים וمبرדים, ומספיקים את העברת המידע והגעתו למערכות הנדרשות. זה מסיע לשמר על זרימה בריאה ויילה של נתונים והפצתם בתוך החברה.

בדומה לשורשים, סוגים שונים גולמים בשלבי הראשונים של הפרויקט, והופכים אותם לחומר הזנה עבור פעולות צרכי מידע רב (יעוד ERP, CPM, BIM - 1.24 אויר) האקוסיסטמה הארגונית. מערכות ניהול נתונים ותוכן עצמה, דרך הידע הזה זורם בכל רמות החברה.

כמו טבעי, שבו כל אלמנט באקוסיסטמה מלא תפקידו, בנוף העסקי של החברה כל משתף בתהליך - מההנדס ועד אין רק מגנונים (1.25 אויר) המרכיבים "trees האנגליסט - תורם לצמיחה ולפוריות של הסביבה המידע". לאיסוף מידע, אלא גם יתרון תחרותי, המבטיח פיתוח בר קיימא של החברה.

אקוסיסטמות יער משקפות במדוק את העקרונות של ארגון דיגיטליים ארגוניים. בדומה לבנייה הרב-שכבותי של העיר - מהשיחים ועד לקצוט העצים - הנהול הארגוני מפיץ משימות לפי רמות אחריות ומחלקות פונקציונליות.

שורשים עמוקים ומוסעים של העצים מספקים יציבות וגישה לחומר הזנה. באופן דומה, מבנה ארגוני חזק ותהליכיים יציבים בעבודה עם נתונים אינטגרטיבים תומכים בכל האкосיסטמה המידע של החברה. ומסיעים לצמיחה ולפיתוח בר קיימא גם בתקופות (חולסרים יציבות בשוק ומשברים



אינטרגרציה נתונים דרך מערכות שונות דומה למיצליום, המחבר בין מנהלים ומחוונים לרשota מידע אחת 1.25 אויר.

"ההבנה המודרנית של היקף בעסקים התפתחה. כיוון, ערך החברה נקבע לא רק על ידי החלק הנראה שלו - "הकצוות בוצרים מסמכים ודוחות סופיים - אלא גם על ידי עומק" מערכת השורשים" של נתונים שנאספו באיכות ועובדו בצורית מערכית. ככל שיותר מידע ייאספ ויובד, כך ערך העסק יגדל. חברות, המאגדות באופן שיטתי "קומפוזט" של נתונים מעובדים ומוסgalות להפיק מהם תוכנות מועילות, מקבלות יתרון אסטרטגי

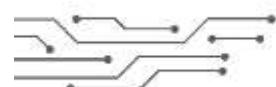
מידע היסטורי הופך לסוג חדש של הון, המבטיח צמיחה, אופטימיזציה של תהליכיים ויתרון תחרותי. בעולם המודרני נתונים, המנזרים אינם אלו שיש להם יותר, אלא אלו שיעדיהם יותר

עבור תעשיית הבניה, זה מצין מעבר לניהול פרויקטים בזמן אמיתי, שבו כל התהליכים - מעיצוב ורכישות ועד תיאום CAD, מודלים ERP, קבלנים - יתבססו על נתונים מעודכנים מדי יום. אינטגרציה של מידע מקורות שונים (מערכות תאפשר לבנות תחזיות מדויקות יותר, להציג במהירות לשינויים ולהימנע מעיכובים (RFID, באתר הבניה IoT חישני הנגזרים מחוסר נתונים מעודכנים

בהתאם למחקר "העסק של שנת 2025, המנהל על ידי נתונים" מקינזי & חברה [18][2022], (חברות מצלחות בעתיד יתבססו על נתונים בכל היבטים המרכזיים של פעילותן - מהחלטות אסטרטגיות ועד אינטראקטיות תפעולית.

נתונים יסייעו להיות פשוט כל אנליטי ויהפכו לחלק בלתי נפרד מכל תהליכי העסק, תוך כדי הבטחת שיקיפות, שליטה ואוטומציה בניהול. גישה מונחת נתונים תאפשר לארגוני לモזער את השפעת הגורם האנושי, להפחית סיכון תפעוליים ולהגברת את שיקיפות ויעילות קבלת החלטות.

המאה ה-21 הופכת את הפרדיגמה הכלכלית: אם בעבר נפט כונה "זהב שחור" בזכות יכולתו להניע מכונות ותחבורה כיוון, נתונים היסטוריים, שנדחסים תחת לחץ הזמן, הופכים למשאב אסטרטגי חדש, המניע לא מכונות אלא אלגוריתמים לקבלת החלטות, שיגרמו לעסוק להתקדם.



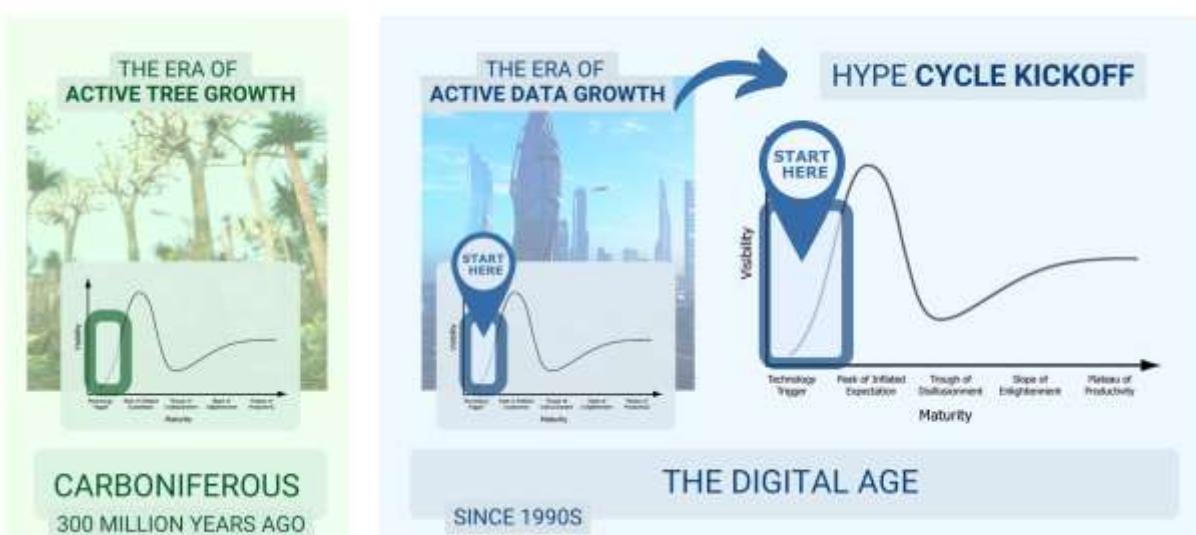
פרק 1.3 מהפכה דיגיטלית והתפקידים הנתוניים

תחילת עליית נפחי הנתונים כגל אבולוציוני

תשתיות הבניה חוות התפקידים מידע חסרת תקדים. אם נציג את העסוק כע"ז ידע (איור 1.25), (המוחן מנתוניים, או השלב הנווכי של דיגיטלייה נתן להשווות לצמיחה המהירה של צמיחה בעידן הפקם - תקופה שבה הביסוספירה של כדור הארץ השתנה בזכות הצטברות מהירה של ביוםה) (איור 1.31).

בתנאים של התפתחות דיגיטלית גלובלית, כמוות המידע בתחום הבניה מוכפלת מדי שנה. טכנולוגיות מודרניות מאפשרות לבסוף נתונים ברקע, לנתח אותם בזמן אמיתי ולהשתמש בהם בהיקפים שנראו עד לא זמן כבלתי אפשריים.

על ידי גורדון מור (מייסד שותף של אינטל, (⑧הציפור והמורכבות של formul בהתאם לחוק מור, שנ[19] מעגליים משולבים, כמו גם הכמהות של נתונים מעובדים ומואחסנים, מוכפלות בערך כל שנתיים



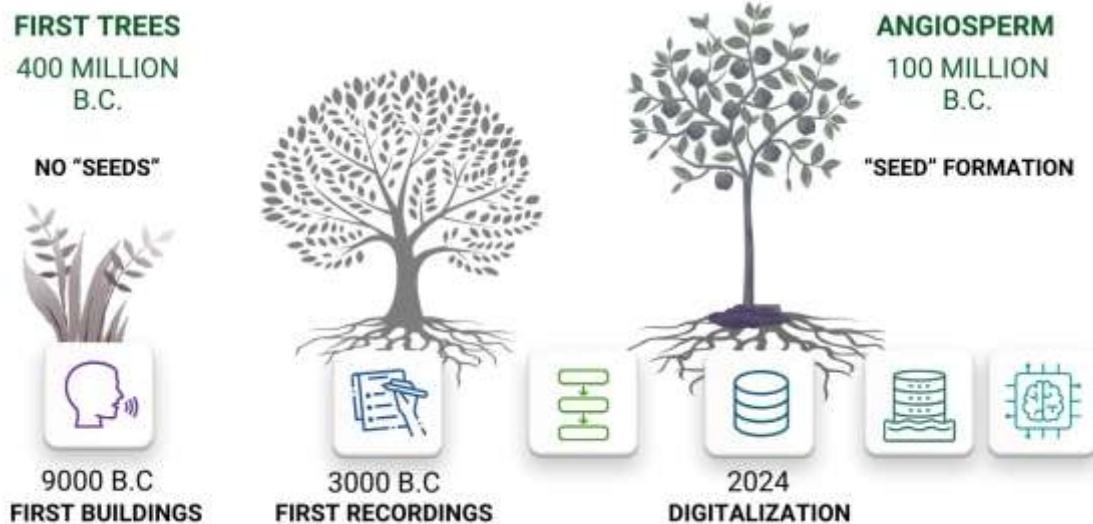
איור 1.31 תחילת הדיגיטציה הביאה לצמיחה אקספוננציאלית של נתונים, בדומה להתרפות הצמיחה בעידן הפקם.

אם מבנים מגנטיים עתיקים, כמו גובקלי טפה (טורקיה), (לא השאירו אחריהם ידע מתוועד שנייתן לשימוש חזיר, כולם טכנולוגיות דיגיטלייות מאפשרות הצטברות ושימוש חזיר במידע. ניתן להשוות זאת למעבר האבולוציוני מצמחים ספוריים לצמחים זרעים (אנגיאויספרמות: (הופעת הזורע נתנה דחיפה להפצת רוחבה של חיים על פני כדור הארץ) (איור 1.32).

שנייתן להרחבת DNA, באופן דומה, נתונים מפרויקטטים קודמים הופכים לסוג של "זרעים דיגיטליים" - נושאי ידע ולהשתמש בהם בפרויקטים ומוצרים חדשים. הופעת כלים מודרניים של אינטיליגנציה מלאכותית - למידת מכונה ולבסוף בהם בפרויקטים ומוצרים חדשים. הופעת כלים מודרניים של אינטיליגנציה מלאכותית - למידת מכונה (LLM) (כמו ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok -

מאפשרת לחוץ, לפרש ולישם נתונים בהקשרים חדשים באופן אוטומטי.

בדומה לכך, כיצד הזרעים חוללו מהפכה בהפצת חיים על פני כדור הארץ שהייתה בתחילת חסר חיים" , זרعي הננתונים "הופכים לבסיס להופעה אוטומטית של מבנים ומידע חדשים, ומאפשרים למערכות אקוולוגיות דיגיטליות להשתתף באופן עצמאי ולהתאים לדרישות המשתנות של המשתמשים.



זרעי נתונים "דיגיטליים משחקים את אותה תפקיד אבולוציוני כמו אנגיאספרמות - צמחים פורחים שניו את 1.32 ריס המערכות האקוולוגיות של כדור הארץ.

אנו עומדים על ספר עידן חדש בבנייה, שבו הבנייה הננתונים והפצת "זרעי הננתונים" - מידע מובנה מפרויקטים קודמים (MLL) ונוכחים - מעצבים את היסודות של העתיד הדיגיטלי של הענף. האבקה שלהם בעוזרת מודלים לשוניים גדולים מאפשרת לא רק לצפות בשינויים דיגיטליים, אלא גם להשתתף באופן פעיל ביצירת מערכות אקוולוגיות מתאימות ולומדות זו לא אבולוציה - זו מהפכה דיגיטלית, שבה הננתונים הופכים לחומר הבניין המרכזי של מציאות חדשה.

נפח הננתונים בענף הבנייה גדל באופן דרמטי בזכות המידע המגיע מתחומים שונים במהלך כל מהJOR חיiprojektipim הבנייתיים. הצטברות הננתונים העצומה הוו דחפה את תעשיית הבנייה לעידן הננתונים הגדולים [20]. פרופסור האנג יאן, הפקולטה להנדסה אורחתית ואדריכלות, אוניברסיטת והאן הטכנולוגית, ווהאן, סין

עלית נפח הננתונים בעידן המידע מזכירה תהליכי אבולוציוניים בטבע: כפי שהתקפות היערות שינתה את הנוף הקודם של כדור הארץ, כך התפוצצות המידע הנוכחות משנה את הנוף של כל תעשיית הבנייה

נפח הננתונים המיוצרים בחברת המודרנית

במהלך השנים האחרונות נוצרו 90% מכלל הננתוניםקיימים בעולם [21]. נכון לשנת 2023, כל אדם, כולל אנשי מקצוע בענפי הבנייה, מייצר כ-1.7 מגה-בייט של נתונים בשניה [22], והנפח הכללי של הננתונים בעולם הגיע ל-64 זטה-

[23] בית בשנת 2023, וצפו עלות על 180 זטה-בייט, או 180×10^{15} מגה-בייט, עד 2025.

ההפקחות המידע הזו יש לה תקדים היסטורי - המצאת הדפוס על ידי יוהאן גוטנברג במאה ה-15. רקס חמישים שנה לאחר הופעתו, מספר הספרים באירופה הוכפל: תוך כמה עשורים הודפסו מספר ספרים שווה למספר הספרים שנוצרו בידים במהלך 1200 השנים הקודמות [24]. כיוון אנו עדים לצמיחה מהירה עוד יותר: נפח הנתונים בעולם מכפיל את עצמו כל שלוש שנים

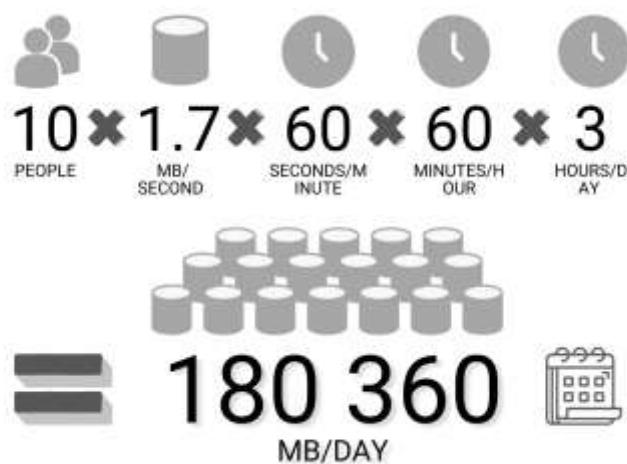
בהתחשב בקצב הנוכחי של צמיחה הנתונים, תעשיית הבניה עשויה לייצר בעשור הקרובים נפח מידע שווה לזה שנוצר במהלך כל ההיסטוריה שלה.



אחסון הנתונים היומיומי על ידי כל עובד בשרתים של החברה תורם לצמיחה מתמדת של נפח הנתונים 1.33. ריס.

בעולם המודרני של עסקיו הבניה, אפילו חברות קטנות מייצרות מדי יום כמות עצומה של מידע בפורמטים שונים והעקבות הדיגיטליים של חברה בנייה קטנה יכולים להגיע לעשרות גיגה-בייט ביום - ממודלים ושרטוטים ועד תיעוד תМОנות וחישונים באתר. אם נניח שככל איש מקצוע מייצר ממוצע כ-7 מגה-בייט של נתונים בשניה, זה שווה בערך 1.33 ריס) ל-146 גיגה-בייט ביום, או 53 טרה-בייט בשנה.

כאשר צוות פועל של 10 אנשים עובד במשך 3 שעות ביום, הנפח הכולל של המידע המיוצר ביום מגיעה ל-180 גיגה-Byte (рис) 1.34).



חברה של 10 אנשים מייצרת כ-50–200 גיגה-בייט של נתונים ביום 1.34. ריס.

אם נניח ש-30% מהנתונים הפעילים הם חדשים (שאר הנתונים נכתבים מחדש או נמחקים), אז חברת עם 10 עובדים יכולה ליצור כמות של כמה מאות גיגה-בייט של נתונים חדשים בחודש (נתונים האמיתיים תלויים בסוג הפעילות של החברה).

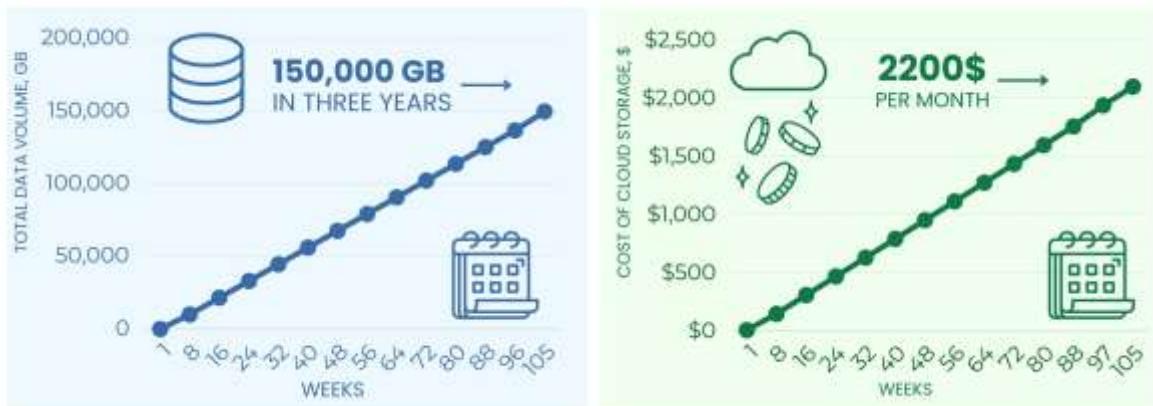
כך, מתרבר בכיוור: אנחנו לא רק מייצרים יותר ויותר נתונים - אנחנו מתמודדים עם צורך גובר בניהול, אחסון וזרימת ארכות טווח של נתונים אלו. ואם בעבר הנתונים יכולו "לשכב" על שירותי מקומיים ללא עליות מיוחדות, אז בעידן של טרנספורמציה דיגיטלית יותר ויותר חברות מתחילה להשתמש בפתרונות ענן כבסיס לתשתית המידע שלהם.

עלות אחסון הנתונים: היבט כלכלי

בשנים האחרונות יותר ויותר חברות מעבירות את אחסון הנתונים לשירותי ענן. לדוגמה, אם חברת מהחסנת חzie מהנתונים שלה בענן, במחיר ממוצע של 0.015 דולר לגיגה-בייט בחודש, ההוצאות שלה על אחסון עשוות לעלות ב- 10–25 דולר [בחודש 25].

עבור חברה קטנה עם מודלים טיפוסיים של ייצור נתונים, ההוצאות על אחסון בענן עשויות לנوع מאות עד פוטנציאלית לאחר מספר שנים, מה שיוצר נטול כלכלי משמעותי (1.35. ריש) יותר אלף דולר בחודש.

"ארגוני מעבירים את אחסון הנתונים למיקור חזז, מכיוון שהמורכבות גוברת" Forrester לפי מחקר של שבו השתתפו 214 מנהיגים מקבלי החלטות בתחום התשתיות הטכנולוגית, יותר משליש מהארגוני [26] מעבירים את מערכות אחסון הנתונים למיקור חזז כדי להתמודד עם הגידול בCAPEX ובMORECAPEX של פעולות. עם נתונים, כאשר כמעט שני שלישים מהחברות מדירפות מודל מבוסס מנוי.



העברה נתונים לענן עשויה להגדיל את ההוצאות החודשיות על אחסון עד 2,000 דולר גמ עברור חברה עם 10 עובדים בלבד.

אשר מוסיפות ERP, ומערכות CAD (BIM), CAFM, PMIS ועוד המהיר לטכנולוגיות ענן, כגון ניהול האחסון והעיבוד של נתונים. בסופו של דבר, חברות נאלצות לחפש דרכי לאופטימיזציה של ההוצאה ולהפחית את התלות בספקי הענן.

הגישות לאחסון נתונים החולו, (LLM) החל משנת 2023, עם הפתיחה הפעילה של מודלים לשוניים גדולים להשתנות. יותר ויותר חברות מתחילות לחשב על החזרת השליטה על הנתונים, מכיוון שעיבוד המידע על שירותי פנימיים הופך לבוטה יותר ולכדי יותר.

בקשר זה, עולה המגמה להפסיק להשתמש במערכות אחסון ועיבוד נתונים בענן רק עבור נתונים נחוצים, לטובות פריסת ארגוניים מקומיים. כפי שהציג מנכ"ל מיקרוסופט באחד הראיונות שלו [27], [במוקם להסתמך על AI ופתרונות LLM ינהלו את התהליכים בסיסי AI בענן לביצוע משימות שונות, סוכני SaaS מספר אפליקציות נפרדות או פתרונות הנתונים, תוך אוטומציה של פונקציות מערכות שונות.

הגישה הושנה לשאלת זו [יעבוד נתונים [היתה כשלקמן: אם נכון כיצד ישומים עסקיים שונים המתמודדו עם SAP אינטגרציה, הם השתמשו בكونקטורים. חברות מכרו רישיונות לكونקטורים הללו, וסביר זה נוצר מודל עסוק, הייתה אפשרות רק בהנחה שיש קונגקטור מתאים. لكن SAP הוא אחד הדוגמאות הקלאסיות: גישה לנינוי [ERP, הגישה לפחות, שאנו מאמינים היא AI]. Sockni] נראה לי שימושו דומה קרה גם במקרה של אינטראקציה עם AI sockni] כשלקמן: אני חושב שהקונספט של קיום ישומים עסקיים, בכל הנראה, יתאפשר בעין כי אם נדרש על AI sockni] כשלקמן: אני חושב שהקונספט של קיום ישומים עסקיים, בכל הנראה, יתאפשר בעין וזה בעצם מהווים בסיס נתונים עם הרבה לוגיקה עסקית. סטטיקה נדלה, מנכ"ל מיקרוסופט, ריאון לדרין BG2, 2024

הורגת מערכות קלאסיות. אינטיגנצה מלאכוטיה הופכת LLM-בפרדיגמה זו, הגישה המונעת נתונים עם שימוש בلمתווך בין המשתמש לנתונים (איור 2.24, איור 2.23, מסירה את הצורך בממשק תיווך רבים ומעלה את הייעילות של תהליכי העסקים. גrhoיב על גישה זו לעובדה עם נתונים בפרק "הפקת כאום לסדר והפחית מורכבות

בעוד הארכיטקטורה של העתיד רק מתחווה, חברות כבר מתמודדות עם ההשלכות של החלטות העבר. הדיגיטיזציה המונית בעשורים הקרובים, שהיתה מלאה בהטמעה של מערכות מבודדות ואיסוף נתונים בלתי מבוקר, הביאה לבעה חדשה – עומס מידע.

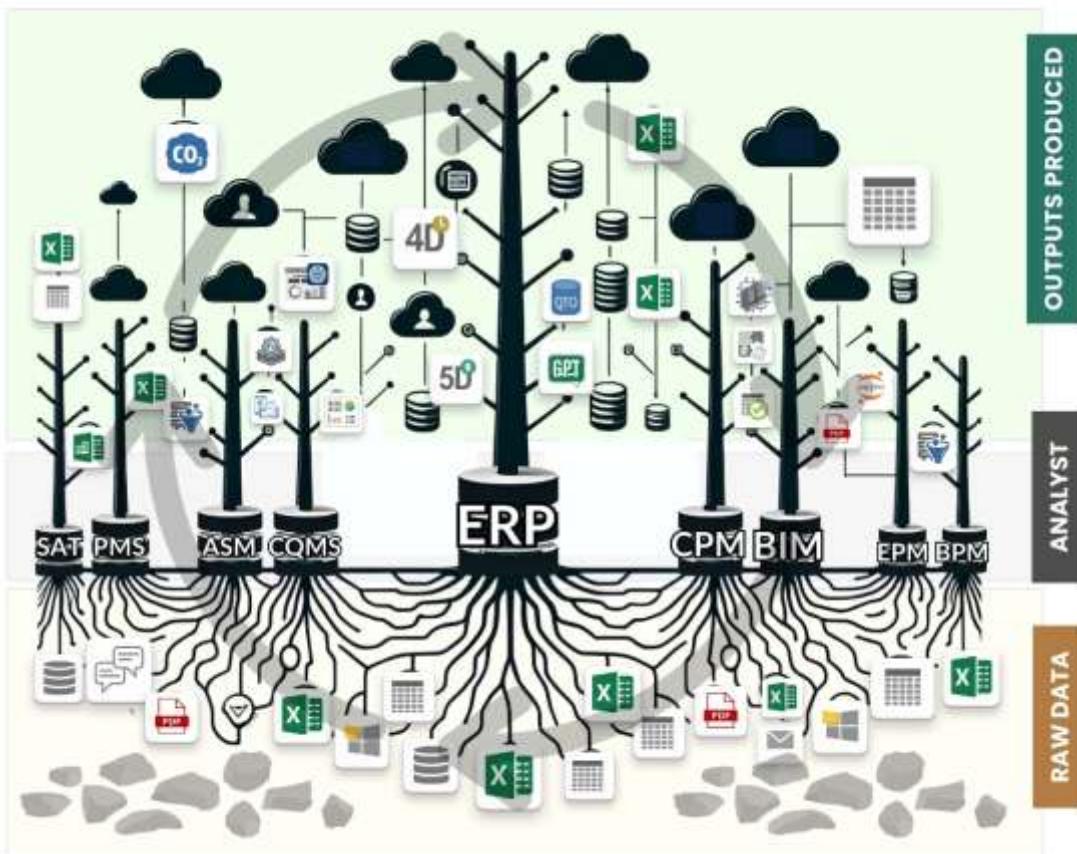
גבולות צבירת הנתונים: מהמן למשמעות

מערכות מודרניות של חברות מתחפות ופועלות בהצלחה כאשר הצמיחה מנוהלת, כאשר כמוות הנתונים ומספר ומנהלים. עם זאת, בעשורים האחרונים, הדיגיטציה הביאה לעלייה IT-הישומים נמצאים באיזון עם יכולות מחלקות הבלתי נשלט בכמות ובמורכבות הנתונים, מה שגורם לאפקט של רוויה במערכת המידע של החברות ביום, שרתים ואחסונים נתונים חשופים לזרם חסר תקדים של מידע גלומי ומגון, שלא מצליח להפוך לקומפקט ומאבד במהירות את הרלוונטיות שלו. המשאבים המוגבלים של החברה לא מצליחים להתמודד עם הזורם הזה, והנתונים מצטברים באחסונים מבוקדים (מה שנקרא "סילום"), שדורשים עיבוד ידני כדי להציג מידע שימושי.

כתוצאה לכך, בדומה לעיר שגדל בו פTEL ומכוסה בעובש, מערכות ניהול מודרניות של חברות סובלות, לעיתים קרובות מעומס מידע. במקרה שהמערכת האוקולוגית הארגונית תסתבב על חומר מיידן מזינים נוצרים אזוריים מבוקדים של נתונים מגוונים, מה שmobiel בהכרח לירידה בייעילות הכוללת של תהליכי העסקים.

תקופה ארוכה של צמיחה אקספוננציאלית בكمיות הנתונים, שנפתחה בעשורים האחרונים, תחולף בהכרח בשלב של רוויה ולאחר מכן קירור. כאשר האחסונים יגיעו לגבול, יתרחש שינוי איקוטי: הנתונים יפסיקו להיות פשוט אובייקט אחסון, ויהפכו למשאਬ אסטרטגי.

עם התפתחות הבינה המלאכותית ולמידת המכונה, חברות מקבלות אפשרות להפחית את העליות של עיבוד מידע ולבור מצמיחה כמותית לשימוש איקוטי נתונים. בעשור הקרוב, תעשיית הבניה תצטרך לשנות את המוקד - מיצירת כמותות חדשות של נתונים להבטחת המבנה, שלמות והערך האנגליטי שלהם.



מקורות נתונים מבודדים מפריעים להחלפת מידע בין מערכות נתונים 1.36 אוור.

הערך המרכזי כבר לא נמצא בכמות המידע, אלא ביכולת לפרש אותו אוטומטית ולהפוך אותו לידי שימושי, מועיל לקבלת החלטות ניהוליות. כדי שהנתונים יהיו באמת מושלמים, יש לנחל אותם בצורה נכונה לאסוף, לבדוק, לבנה, לאחסן ולנתה בהקשר של משימות עסקיות ספציפיות

תהליך ניתוח הנתונים בחברה דומה למזהור חיו והרס העצים בעיר והופעת עצים צעירים וחזקים חדשים: עצים בגארים מתהים, מתקפרים והופכים לאדמה פוריה עבר נבטים חדשים. תהליכי מוכנים ומושלים בסיום השימוש שלהם נכנסים לאקויסיטמה המידע של החברה, והופכים בסופה של דבר לחומר מידע, המזין את הצמיחה העתידית של מערכות נתונים חדשים.

עם זאת, בפועל, מזהור זה לעתים קרובות מופר. במקום חידוש ארגани, נוצר כאוס שכבותי - דמי שכבות גיאולוגיות שהבן מערכות חדשות נערמות על גבי ישנות, ללא אינטגרציה עמוקה ומבנה. כתוצאה לכך, נוצרים "סילום" מידע מבודדים, המפריעים למזהור המידע ומקשים על ניהול הנתונים.

צעדים נוספים: מתיאריה של נתונים לשינויים מעשיים

האבולוציה של הנתונים במבנה היא הדרך מלוחות חימר לפלטפורמות מודולריות מודרניות. היום, האתגר לא נמצא

באיסוף מידע, אלא ביצירת מבנה שהופך נתוני מבודדים ו מגוונים למשמעותי. לא משנה מה תפקיך - מנהל חברה או מהנדס רגיל - הבנת ערך הנתונים ויכולת העבודה איתם בעtid תאפשר לך קשר מכוון מרכז'

לסיכון חלק זה, כדאי להציג את הצעדים העיקריים העיקריים שיכולים לעזור ליישם את הגישות שנדונו במשימות:

היוםומיות שלך

■ **ערוך ביקורת אישית על זרמי המידע**

ערוך רשימה של כל המערכות והיישומים שבhem אתה עובד מדי יום

צין היכן אתה מבזבז את רוב הזמן שלך בחיפוש או בדיקה מחדש של נתונים

הגדר את מקורות המידע המרכזיים שלך

נתח את הנוף הנוכחי של היישומים שלך מבחינה ועדיפות וחיפוי פונקציות

שאף להתקדם בתהליכיים לפי רמות בשנות אנגלית ■

התחל את העבודה על המשימות שלך עם אנגליטהקה תיאורית (מה קרה?)

בהדרגה, הטמע אנגליטהקה דיאגנומטיות (למה זה קרה?)

חשוב כיצד בתהליכיים תוכל לעבור לאנגליטהקה חיזוי (מה יקרה (? אנגליטהקה פרטירטיבית (מה ?) לעשות)

■ **התחל לבניית הנתונים העבודה שלך**

הטמע מערכת איחודית לשמות קבצים ותיקיות שאתה משתמש בהם לעיתים קרובות בעבודתך

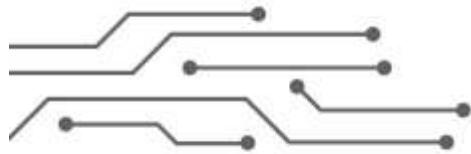
צור תבניות למסמכים ודוחות בשימוש תדייר

ארכבו באופן קבוע פרויקטים שהושלמו עם מבנה ברור

אפילו אם איןכם יכולים לשנות את כל התשתיות המידעית בצוות או בחברה שלכם, התחילה עם התהליכיים האישיים שלכם ושיפורים קטנים בעבודתכם היוםומית. זכרו, שהערך האמתי של הנתונים מתגלה לא בנפחם, אלא ביכולת להפיק מהם תועלות מעשייה. אפילו מערכות מידע קטנות, אך מאורגנות ומנוחחות כראוי, יכולות להניב השפעה משמעותית, אם הן מושולבות בתהליכי קבלת החלטות.

בפרק הבאים של הספר נעבור לשיטות וכליים ספציפיים לעבודה עם נתונים, נבחן דרכי להמיר מידע לא מבנה לסיטים מוכנים, נלמד טכנולוגיות אוטומציה לניטוח ונפרט כיצד לבנות מערכת אנגליטהית יעילה בחברת בנייה





II חלק

כיצד עסקי הבניה שוקעים בכאוס של נתונים

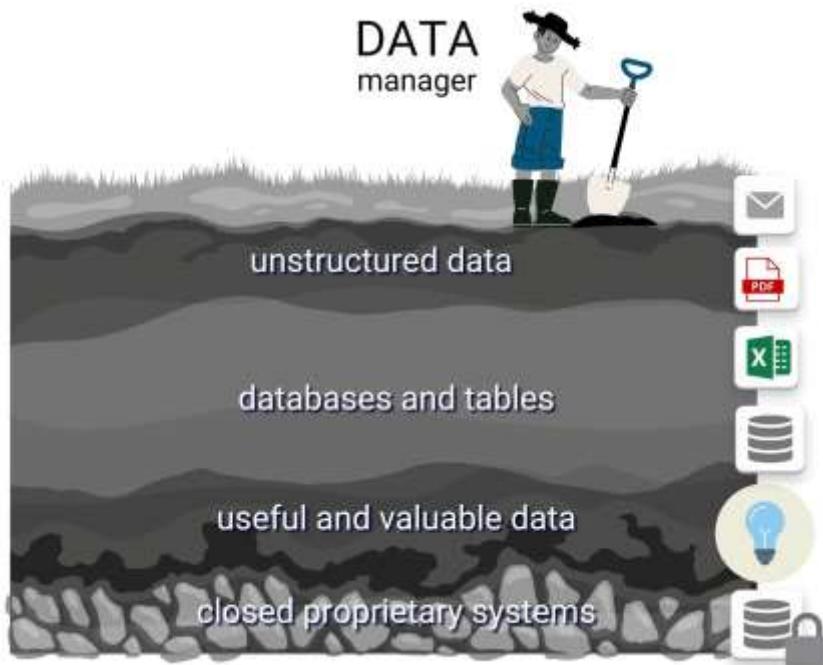
החלק השני מוקדש לנתחה ביקורתית של הבנייה שבחן נתקלות חברות הבניה בעבודתן עם כמותות הולכות וגדלות של נתונים. נבחנות בהרחבה ההשלכות של פיצול המידע ותופעת הדעה של HiPPO נתונים בסילו, "המנעuta קבלת החלטות ייעילה. נבדקת בעית הגישה של האדם המרוויח ביותר (והשפעתה על איקות ההחלטה הניהולית בפרויקטם של בנייה מושפעת הדינמיות של תהליכי העסקים ומורכבות החלטת וגדלה שלהם על זרמי המידע והיעילות התפעולית. מובאים דוגמאות קונקרטיות כיצד המורכבות המוגזמת של המערכות מגילה את העליות ומפחיתה את הגמישות של הארגונים. תשומת לב מיוחדת מוקדשת להגבלות הנגרמות על ידי פורמטים קנייניים ולפרנספקטיביות של שימוש בסטנדרטים פתוחים בתעשייה הבניה. מוצגת הקונספט של המעבר לאקויסיטיות תוכנה מבוססת בינה המזערות את המורכבות המוגזמת ואת המהסומים הטכניים, LLM-מלאכותית ו-

פרק 2.1. פיזול וסילו של נתונים

ככל שיש יותר כלים, כך העסק יעל יותר?

mbט ראשון עשוי להראות כי הגברת מספר הכלים הדיגיטליים מובילת לעלייה ביעילות. עם זאת, במקרים מסוימים, עם כל פתרון חדש, בין אם מדובר בשירות ענן, מערכת מישנת או דוח אקסל נוסף, החברה מוסיפה שכבה נוספת לcanf הדיגיטלי שלה - שכבה שלעיתים קרובות אינה משתלבת עם השאר.

הנתונים ניתנים להשווות לפחם או לנפט: הם מתחווים במשך שנים, נלחצים תחת שכבות של כאוס, טעויות, תהליכיים לא מבנים ופורמטים נשכחים. כדי להפיק מהם מידע שימושי באמצעות חברות נדרשות למעשה לחדר דרך שכבות של פתרונות מושנים ורעים דיגיטליים.



איור 2.11 נתונים בגודלים שונים יוצרים שכבות מבודדות - אפילו תוכנות "זהב" הולכות לאיבוד בסלעי הגיאולוגיה של מרכיבות מערכת.

כל אפליקציה חדשה משאירה אחריה עקבות: קובץ, טבלה או "סילו" מבודד שלם על השרת. שכבת חימר היא נתונים מיושנים ושכוחים, שכבת חול היא טבלאות ודוחות מפורטים, ושכבת גרניט היא פורמטים סגורים קניינים שאינם ניתנים לאינטגרציה. עם הזמן, הסבירה הדיגיטלית של החברה הולכת ומוסירה יותר וייתר מהשן שכבות עם צבירה בלתי מבוקרת של מידע, שבו הערך הולך ואובד בעמקי השרתים של החברה.

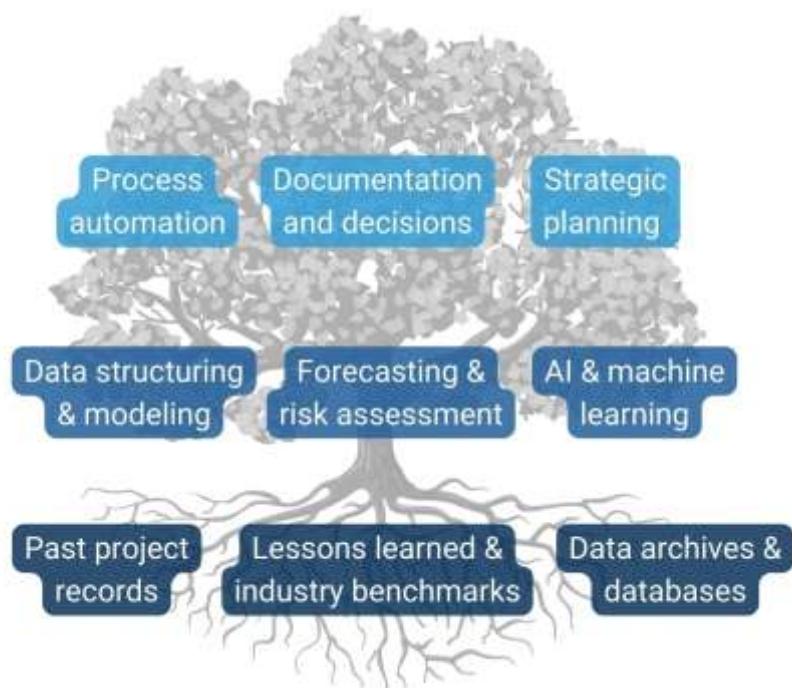
אלא גם הדרכן לנתונים איכוטיים complicates עם כל פרויקט חדש וכל מערכת חדשה, לא רק התשתיות מתושים. כדי להגיע ל"מחצבים" יקרי ערך, יש לבצע ניקוי עמוק, לארגן את המידע, לשבור, "לקבוץ" אותו להקלים שימושיים ולהפיק מידע אסטרטגי חשוב דרך ניתוח ומודול נתונים.

נתונים הם דבר יקר ערך, והם ישרדו יותר מהמערכות עצמן.

שם ברגנס-לי, אב האינטראקטיבי וממציא האתר הראשון –

לפניהם הונתנו יוכלים להפוך לדבר יקר ערך "ולבסיס אמין לקבלה החלטות, הם חייכים לעבר הכנה קפנדית. הכנה נכונה הופכת מידע מפוזר לניסיון מאורגן", קומפוסט "מידע שימושי, אשר לאחר מכן הופך לכלי לחיזוי ואופטימיזציה.

שנה טעונה נפוצה לחשב כי לניטהה נדרשים נתונים נקיים לחלוּין, אך למציאות, היכולת לעבוד עם נתונים "מלוכלים" היא חלק בלתי נפרד מהמהלך.



הנתונים הם מערכת השורש והבסיס לעסק, אשר בתורו מבוסס על תהליכי קבלת החלטות 2.12 אויר.

כל עוד הטכנולוגיות לא עומדות במקום, גם העסוק שlk'ץ צריך להתקדם וללמוד ליצור ערך ערך מנתונים. כפי שהחברות נפטו ופחם יוצרות תשתיות לחיצית מינרלים, כך גם העסוק צריך למדוד לנחל באופן נכון את זרמי המידע החדשניים בשירותים שלו ולהפוך מידע יקר ערך מנתונים לא מנוצלים, בפורמטים שונים ובתאריכים ישנים, ולהפוך אותם למשאבים אסטרטגיים.

יצירת מאגרי נתונים היא הצעד הראשון. אפילו הכלים החזקים ביותר לא פותרים את בעיית ביזוד הנתונים ונתונים בפורמטים שונים, אם החברות ממשיכות לפעול במערכות מבודדות. כאשר הנתונים קיימים בנפרד זה מזה, מבלתי להיפגש או להחליף מידע, העסוק נתקל בתופעת "סילואי נתונים". במקומות תשתיות מאוחdat ומוסונכרצה, החברות נאלצות לבזבז משאבים על שילוב וסינכרון נתונים.

סילו של נתונים והשפעתם על הייעליות של החברה

דמיינו שאתה בונה קומפלקס מבקרים מוגרים, אך לכל צוות יש את הפROYיקט שלו. חלק בונים קירות, אחרים מנהים תשתיות שלישים מניהים דרכים, מבלי להתייעץ זה עם זה. כתוצאה לכך, הוצאות לא תואמים לפתחם בקירות, שוחות המעלית לא תואמות לגובה הקומות, והדריכים צריך לפרק ולהניח מחדש.

מצב זה הוא לא רק תרחיש היפותטי, אלא מציאות של רבים מהפרויקטים הבנייטיים המודרניים. בכלל מספר רב של קבלנים ראשים ומশנים העובדים עם מערכות שונות ולא מרכז תיאום אחד, התהlik הופך לסדרה אינסופית של אישורים, תיקונים ועימותים. כל זה מביא לעיכובים משמעותיים ולעלויות כפולות של הפרויקטים

מצב קלאסי שבו באתר הבניה מתעורר עיכוב: התבנית מוכנה, אך אספקת הברזל לא הגיעה בזמן. כאשר בודקים מידע במערכות שונות, התקשרות מתרחשת בערך כך

א ? המנהל באתר הבניה ביום ה-20 כותב למנהל הפרויקט: סימנו את התקנת התבנית, איפה הברזל

א כתוב שהברזל [PMIS] במחzikת הספקה: – "הكونסטרוקציה מוכנה. במערכת שלי (PMIS) מנהל פרויקט

"? היה צריך להגיע ב-18 לחודש. איפה הברזל?

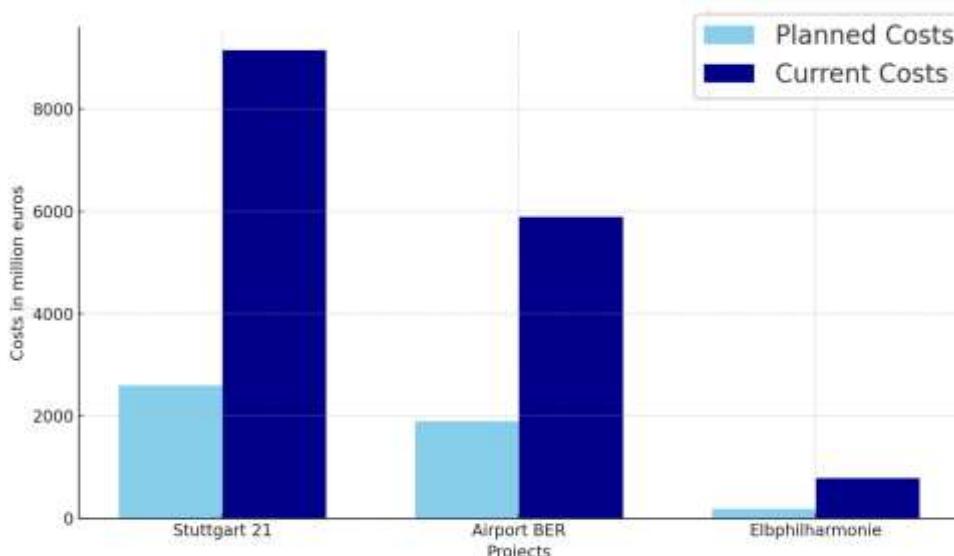
א ."שלנו מציין שהספקה תהיה ב-25 לחודש ERP-במערכת ה" – מומחה הספקה

א – 25. – ERP-כתובה התאריך 18, וב PMIS-(אחרי על אינטגרציות: – "ב IT מהנדס נתונים או מחלקת

"ולכן הנתונים לא מסוכנים. זה דוגמה טיפוסית לפער מידע ERP בין OrderID אין קשר לפי

א ."מנהל הפרויקט למנכ"ל – "אספקת הברזל מתעכבה, האתר עומד,ומי נושא באחריות – לא ברור

הסיבה לאירוע הייתה בזיהוי הנתונים במערכות מבודדות. אינטגרציה ואחדות של מקורות הנתונים, יצרת מאגר מידע מאפשרת להעלים את הפערים בין (h8n או ETL Apache NiFi, Airflow המאפשרת אוטומציה באמצעות כלים הממערכות. שיטות וכליים אלו ואחרים יידונו בהרחבה בפרק הבא של הספר

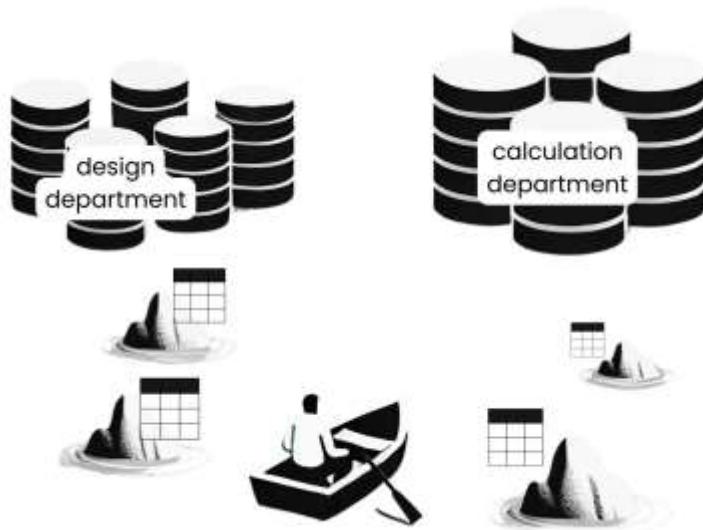


השוואת עלויות מתוכנות ופועלות בפרויקטים תשתיתיים גדולים בגרמניה 2.13. ריש.

אותו דבר קורה עם מערכות ארגניות: בתחילת נוצרות פתרונות מבודדים, ולאחר מכן יש צורך להוציא תקציבים עצומים על אינטגרציה והתאמה. אם היו מתוכננים מודלים של נתונים וקשרים מהתחלת, הצורך באינטגרציה לא היה קיים כלל.

נתונים מבודדים יוצרים כאוס בעולם הדיגיטלי, בדומה לתהlik בניה לא מתואם.

זמן לפועל או להרוו"ש משנת 2023 רק 36% מהחברות KPMG "Cue construction 4.0: לפי מחקר "משתפות נתונים בייעילות בין מחלקות, בעוד ש- 61% מתמודדות עם בעיות חמורות בגל" סילואים [30].



נתונים שנאספים במשך שנים, קשים להוציא, מצרבים במאגרים מבודדים "סילואים", בסיכון שלא יעשה בהם שימוש לעולם. ריש 2.14.

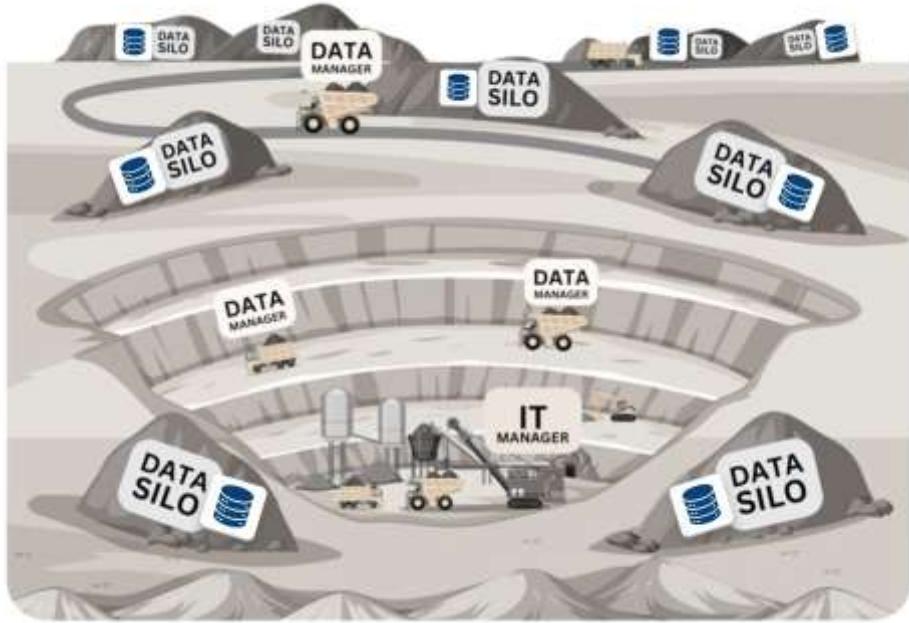
נתוני החברה נשמרים במערכות מבודדות, כמו עצים נפרדים מפוזרים בנוף. כל אחד מהם מכיל מידע יקר ערך, אך חוסר הקשרים ביניהם מונע יצירת אקולוגית אחת ומקושרת. בידוד זה מפריע לזרימת הנתונים ומגביל את יכולת הארגון לראות את התמונה המלאה. חיבור הסילואים הללו הוא תהליך ארוך ומורכב של גידול מיצל פטריות ברמת הנהול, שצורך למדוד להعبر פיסות מידע נפרדות בין המערכת.

משנת 2016 אחד המכשולים העיקריים בפני טרנספורמציה דיגיטלית הוא חוסר סטנדרטים אחידים WEF לפי מחקר של נתונים ופיזול.

תעשייה הבניה היא אחת התעשייה המפותחות ביותר בעולם ותלויה בשימוש פעולה מסודר של כל המשתתפים [5] בשרשראת הערך.

פורום הכלכלה העולמית 2016: עיוב עמיד הבניה –

מעצבים, מנהלים, מתאימים ומפתחים לעיתים קרובות מעדייפים לעבוד באופן עצמאי, גננים מקשימים של תיאום. השאיפה הטבעית הזו מביאה לייצור "סילואים" מידע, שבהם נתונים מבודדים בתוך מערכות נפרדות. ככל שיש יותר מערכות מבודדות כאלה, כך קשה יותר להקים אינטראקטיבית ביניהן. עם הזמן, כל מערכת מקבלת בסיס נתונים משלה ומחלקת תמייה מוחדרת מנהלים, מה שמקשה עוד יותר על האינטראקטיבית.



כל מערכת שואפת ליצור את הסילו היחידי שלו, אשר יש לעבוד בעוררת כלים מתאימים.

הمعالג הסגור במערכות ארגוניות נראה כך: חברות משקיעות בפתרונות מבודדים ומורכבים, ואנו מתמודדות עם עלויות גבוהות לאינטגרציה שלהם, ופתחים, המבינים את הקושי של שילוב המערכות, מעמידים לעבוד באקויסיטומות ומקשה על המעבר לפתרונות חדשים. מנהלים בסופו של דבר IT-המבודדות שלהם. כל זה מגביר את הפיזור של נוף המקרים את הפיזור של הנתונים, אך לעיתים רוחקות מנהלים את הסיבות לכך ואת הדרכים למנוע זאת. מנהגים מושננות, אך החלטתן דורשת השקעות משמעותיות ולעתים רוחקות מביאה לתוצאה המזופה IT מותלננים על מערכות כתוצאה מכך, אפילו ניטי ההתמודדות עם הבעה זו לעתים קרובות רק מהמירים את המצב.

הסיבה העיקרית לפיזור היא העדפת היישומים על פני הנתונים. חברות קודם כל מפתחות מערכות נפרדות או קוגנות. פתרונות מוכנים מספקים, ואנו מנסות לשלב ביניהם, מה שיוצר מאגרי נתונים כפולים ולא תואמים התמודדות עם בעיית הפיזול דורשת גישה חדשה לחולtin - העדפת הנתונים על פני היישומים. חברות צדירות קודם כל לפתח אסטרטגיות ניהול נתונים ודוגמים של נתונים, ואנו ליצור מערכות או لكنות פתרונות שעובדים עם סט מידע אחד ולא יוצרים מחסומים חדשים.

O'Reilly Media, Inc.

מחקר של מכון מקינזי העולמי "שינוי תפיסה בבניה: הדרך לשיפור הפרודוקטיביות" 2016 (مدגים כי תעשיית הבניה מגארים אחרים במעבר לדיגיטל. לפי הדוח, יישום ניהול נתונים אוטומטי ופלטפורמות דיגיטליות יכול לשפר משמעותית את הפרודוקטיביות ולהפחית את ההפסדים הקשורים לחוסר התאמה בתהליכיים. את הצורך בשינוי דיגיטלי מדגיש גם הדוח של איגן (בריטניה, 1998), (הambilit את התפקיד המרכזי של תהליכיים משלבים וגישה משותפת בבניה.

בסוף של דבר, אם בעשרה אלפיים השנים האחרונות הבעה העיקרית עברו מנהלי הנתונים הייתה חוסר נתונים, אז עם הצמיחה המהירה במספר הנתונים ומערכות ניהול הנתונים, המשמשים ומנהלי הנתונים מתמודדים עם בעיה - עדיף נתונים, המקשה על מציאת מידע חוקי ואיוכתי.

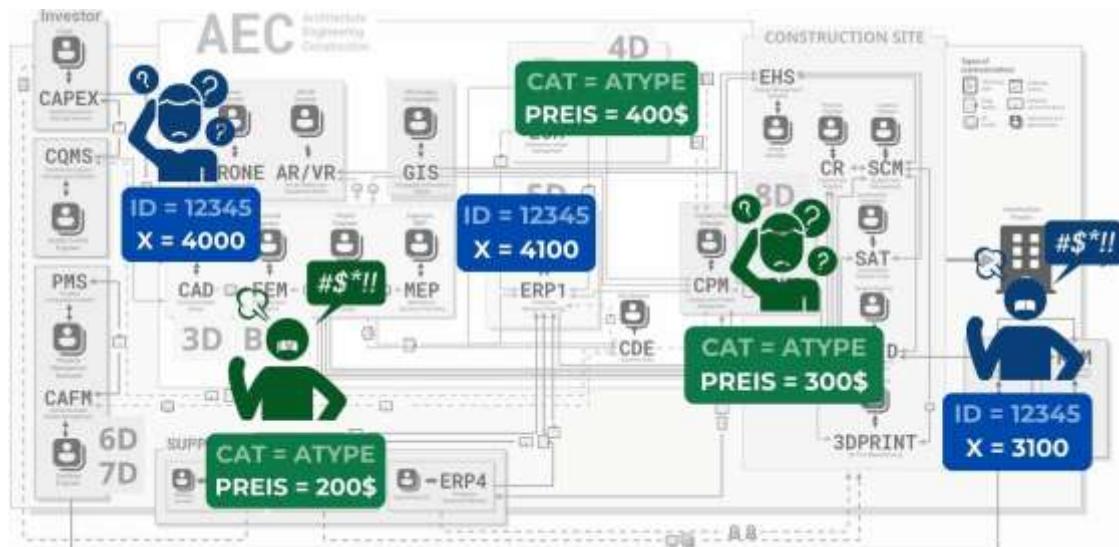
הפייזור של סילוים נתונים מוביל בהכרח לבעה חמורה של ירידת איכות הנתונים. כאשר ישן רבות מערכות עצמאיות אותן נתונים יכולים להתקיים בגרסאות שונות, לעיתים עם ערכים סותרים, מה שיוצר קשיים נוספים למשתמשים, אשר צריכים לקבוע איזו מידע הוא עדכני ואמין.

שכפול וחוסר איכות נתונים כתוצאה מהנפרדות

בשל בעית סילו הנתונים, מנהלים נאלצים להקדים זמן לחיפוש ולAIMות נתונים. כדי להימנע מבעיות איכות, חברות יוצרים מבנים מורכבים לניהול מידע, שבהם היררכיה של המנהלים אחראית על חיפוש, AIMות וטיפול נתונים. עם זאת גישה זו רק מගירה את הבירוקרטיה ומאתה את תהליך קבלת החלטות. ככל שיש יותר נתונים, כך קשה יותר לנתח ולפרש אותם, במיוחד כאשר אין תקן אחד לאחסון ולעיבוד שלהם.

עם הופעתם של מספר רב של יישומים ומערכות, שצומחים כמו פטריות אחריו הגשם בעשור האחרון, בעית הסילו, איכות הנתונים הלקוויה הופכת להיות רלוונטיית יותר ויוטר עבור המשתמשים הסופיים. ניתן למצוא את אותן נתונים אך עם ערכים שונים, במערכות ובвиישומים שונים. זה מביא לבעיות עבור המשתמשים הסופיים כאשר הם מנסים לקבוע איזו גרסה של הנתונים היא העדכנית והנכונה מבין רבות הזמינות. זה מוביל לשגיאות בניתוח ובסוף של דבר בקבלת החלטות.

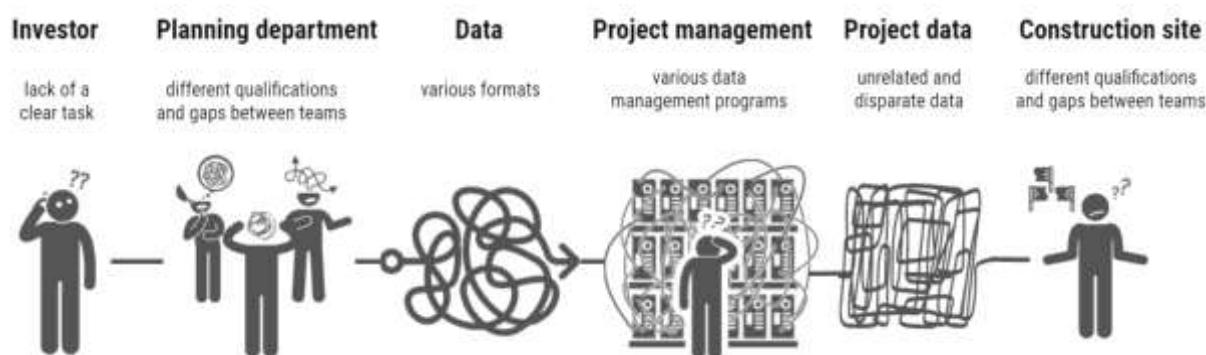
כדי להימנע מבעיות בחיפוש הנתונים הנדרשים, מנהגי חברות יוצרים ביורוקרטיה רב-שבכנית של מנהלי בדיקה תפיקדים הוא לדעת למצואו, לאמת ולשלוח במהירות את הנתונים הנדרשים בצורה של טבלאות ודוחות, תוך כדי ניוט במבחן של מערכות מנוקאות.



כאשר מנהלים מנסים למצוא את הנתונים הנדרשים, הם חייבים להבטיח את איכות הנתונים ואת האמינות המשפטית שלהם בין - מערכות שונות

עם זאת, במציאות, מודל זה יוצר קשיים חדשים. כאשר ניהול הנתונים מתבצע ידנית, והמידע מפוזר בין מספר פתרונות לא קשורים, כל ניסיון לקבל מידע מדויק ועכני דרך פירמידת האחראים הופך לנקודת צוואר בקבוק - בזבזני בזמן - וחשוף לשגיאות.

המצב מחייב עם העלייה המהירה במספר הפתרונות הדיגיטליים. שוק התוכנה ממשיך להתמלא בכלים חדשים, שנראים מבטחים. אך ללא אסטרטגיה ברורה לניהול נתונים, פתרונות אלו אינם משתלבים במערכת אחת, אלא להיפך - יוצרים שכבות נוספות של מרכיבות וכפיליות. כתוצאה לכך, במקרים לפחות את התהליכים, חברות מוצאות את עצמן בסביבה מידע עוד יותר מפוקחת וכואוטית.



- מורכבות המערכות ומגוון פורמי הנ נתונים מבאים לאובדן עקבות בתהליכי הבניה

כל הבעיות המזוכרות הקשורות לניהול מספר פתרונות מנוטקים, בסופה של דבר מביאות את הנהלה של החברות לתובנה חשובה: העניין אינו בנסיבות הנתונים ואינו בחיפוש אחר הכל "הכל יכול" הבא לעיבודם. הסיבה האמיתית טמונה באיכות הנתונים ובאופן שבו הארגון יוצר, מקבל, מאחסן ומשתמש בהם.

המפתח להצלחה מתmeshת אינו בمرדף אחרי "ישומים" "חדשניים" או "חדשניים" אלא ביצירת תרבות עבודה עם נתונים בתוך החברה. זה אומר שראיית הנתונים כמשמעות אסטרטגי, ושאלות על איכותם, שלמותם וודאותיהם הופכות להיות עדיפות בכל רמות הארגון.

הפתרון לדילמת "איכות מול כמות" טמון ביצירת מבנה נתונים אחד, שمبטל כפilities, מסלק סתיירות ומאחד את זרמי המידע. ארכיטקטורה כזו מאפשרת ליצור מקור נתונים יחיד, אמין, שעלה בסיסו מתקנות החלטות מבוססות, מדויקות וובזם.

אחרת, כפי שהוא קורה לעיתים קרובות, חברות ממשיכות להסתמך על דעות סובייקטיביות והערכות אינטואיטיביות של ולא על עובדות מהימנות. בתעשייה הבניה, שבה באופן מסורתי תפקיד משמעוני מלא הניסיון, HiPPO מומחי המומחיות זה בולט במיוחד.

או הסכנה של דעתות בקבלה החלטות HiPPO

באופן מסורתי, בתעשייה הבניה, החלטות מפתח מתקבלות על בסיס ניסיון והערכות סובייקטיביות. ללא נתונים מהימנים וובזם, מנהלי חברות נאלצים לפעול בעיוורון, להסתמך על אינטואיציה של העובדים המרווחים ביותר

-ולא על עובדות אובייקטיביות, (דעתו של האדם המרוויה ביותר – HiPPO –)

NO ANALYTICS?
WELCOME TO THE HIPPO*



*HIGHEST PAID PERSON'S OPINION

בහיעדר אגיטיקה, העסק תלוי בדעתם הסובייקטיבית של מומחים מנוסים 2.18. ריש.

גישה כזו, אולי, מוצקמת בתנאים של יציבות ושינויים איטיים, אך בעידן של טרנספורמציה דיגיטלית היא הופכת לסיכון ממשוני. החלטות המבוססות על אינטואיציה והשערות השופכות לעיוותים, לעיתים קרובות מבוססות על השערות לא מאושרתת ואין להקבות בחשבון את התמונה המורכבת הנוצרת בתנונים

מה שמוצג בחברה ברמת קבלת החלטות כווקוחים רצינליים, לעיתים קרובות אינו מבוסס על דבר קונקרטי. החלטת החברה לא צריכה להיות תלויה בסמכות ובשכר של המומחים, אלא ביכולת לעמוד ביעילות עם תנונים, להזות דפוסים ולקבל החלטות מושכלות

חשיבות להפסיק את הקונספט שבו סמכות או ניסיון אוטומטית משמע נכונות ההחלטה. גישה מבוססת תנונים משנה את כללי המשחק: כתה הבסיס לקבלת החלטות הוא נתונים ואנגליטה, ולא תפkid ושכר. נתונים גדולים, למידת מכונה - ואנגליטה חזותית מאפשרים להזות דפוסים ולהסתמך על עובדות, ולא על השערות

ללא תנונים, אתה פשוט עוד אדם עם דעתך. – א. אודארדס דמינג, מדען ויועץ ניהול

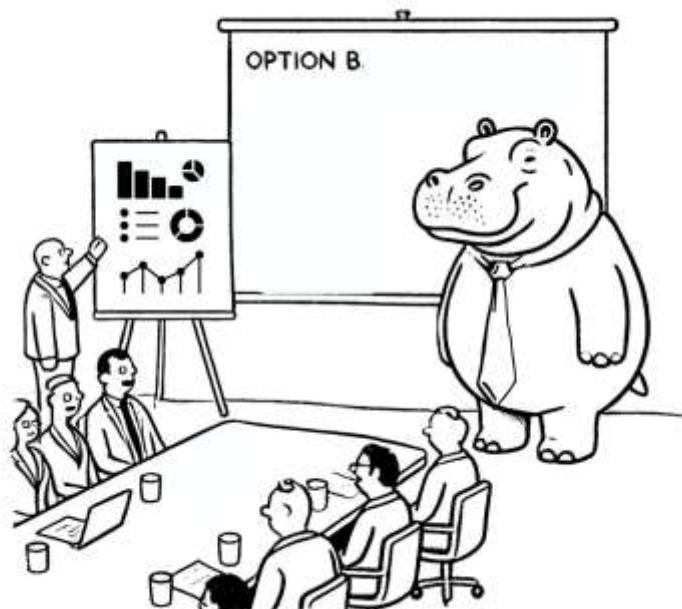
שיטות ניהול נתונים מודרניות גם מבטיחות רציפות ידע בחברה. תהליכי מתוארים בביבור, אוטומציה וגישה מערכתיות.אפשרים להעביר אפילו תפקיים מרכזים מבלי לאבד יעילות.

עם זאת, אמון עיור בתנונים יכול גם להוביל לטעויות חמורות. הנתונים עצם הם רק אוסף של מספרים. ללא ניתוח נכון, הקשר ויכולת להזות דפוסים, הם חסרי ערך ואינם יכולים לנוהל תהליכי. המפתח להצלחה אינו בבחירה בין لأنגליטה, אלא בبنית כלים אינטיגנטים שימושיים מיידע מפוזר להחלטות ניהול HiPPO אינטואיציה של מבוססות.

בתנאי בניה דיגיטלית, גורמי הצלחה מכריים הם לא ורק בעבודה ומקום בהיררכיה, אלא מהירות תגובה, דיקט החלטות ויעילות השימוש במשאבים.

נתונים הם כלי, ולא אמת מוחלטת. הם צריכים להשלים את החשיבה האנושית, ולא להחליף אותה. למרות כל היתרונות של ניתוח נתונים, הם אינם יכולים להדיח חלוטין את האינטואיציה והניסיון האנושי. תפקידם הוא לסייע בקבלת החלטות מדוקertas ומודעות יותר.

יתרון תחרותי יושג לא רק על ידי עמידה בסטנדרטים, אלא על ידי יכולת להקדים את המתחרים ביעילות השימוש במשאים זהים לכולם. בעתיד, מיומנות העובדה עם נתונים תהפוך לחשובה כמו שהיתה פעם אוריינית או שליטה במתמטיקה. אנשי מקצוע שמוסוגלים לנתח ולפרש נתונים יכולים לקבל החלטות מדוקקות יותר, תוך דחיקת אלו התלויים רק על ניסיון אישי.



ההחלטה צריכה להתבסס על ניתוח אובייקטיבי, ולא על דעתו של העובד המרווח ביוור.

מנהלים, אנשי מקצוע ומהנדסים יפעלו כאנגליסטים של נתונים, חוקרים את המבנה, הדינמיקה והATTRIBUTES המרכזים של פרויקטים. המשאבים האנושיים יהפכו לרכיבים של מערכת, שדרושים התאמת גמישה על בסיס נתונים כדי להשיג את הייעולות המרבית.

טעויות בשימוש נתונים לא הולמים הרבה מאשר בהיעדר נתונים. – צ'ארלס ברג'ידג', מציא מכונת החישוב האנלייטית הראשונה.

הופעת נתונים גדולים והטמעת מודלים לשוניים גדולים שננו באופן רדיילי לא רק את דרכי ניתוח, אלא גם את מהות קבלת ההחלטה. אם בעבר המוקד היה על סיבות (למה משחו קרה – ניתוח דיאגנומי), (כיום המוקד הוא על היכולת להזות את העתיד (ניתוח חזוי), (ובעתיד – גם ניתוח פרסקריפטיבי, שבו למידת מכונה ובינה מלאכותית מציעות את -בחירה הטובה ביותר ביותר בתפקיד קבלת ההחלטה

מחקר חדש הראה שכמעט חצי מהנהיגים סומכים על בינה מלאכותית יותר", "SAP" לפי מחקר חדש של מאשר על עצמן "בשנת 2025, 44% מהנהיגים הבכירים מוכנים לשנות את החלטותיהם הקודמות על סך המלצות של בינה מלאכותית, ו- 38% היו סומכים על עצות של בינה מלאכותית לקבל החלטות עסקיות בשם Um ذات, 74% מהנהיגים הצביעו שהם סומכים יותר על עצות של בינה מלאכותית מאשר על חבריהם ובני משפחה, ו- 55% עובדים בחברות שבחן תוכנות שהושגו בעזרת בינה מלאכותית מחליפות או לעיתים קרובות עוקפות את השיטות המסורתית לקבל החלטות – במיוחד בארגונים עם הכנסות שנתיות של מעל מיליארד דולר. בנוסף, 48% מהשאלים משתמשים בכלים של בינה מלאכותית גנרטיבית על בסיס יומי 5 מתוכם 15% – מספר פעמים ביום.

עם התפתחות מודלים לשוניים גדולים ומערכות אוטומטיות לניהול נתונים, עולה בעיה חדשה: כיצד להשתמש ביעילות במידע מבלי לאבד את ערכו בתוך הכאוס של פורמטים לא תואמים ומרקורי מגוונים, דבר שמחמיר עם המורכבות והדינמיקה הגוברת של תהליכי עסקים.

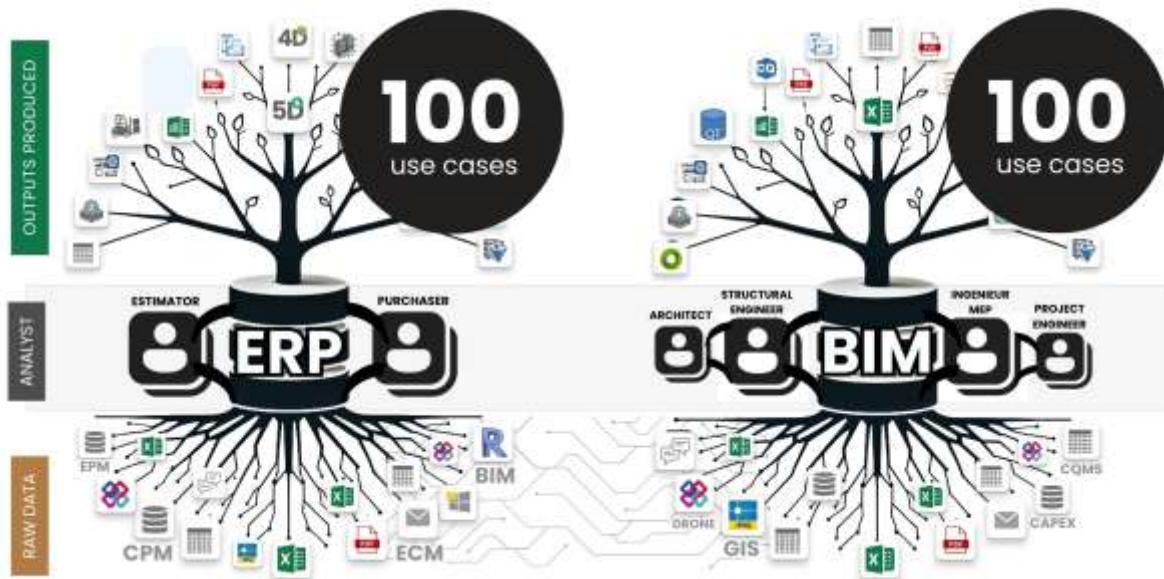
עליה מתמדת במורכבות ובדינמיות של תהליכי עסק

תשישית הבניה היום מתמודדת עם אתגרים ממשמעותיים בניהול נתונים ותהליכי. הקשיים העיקריים הם פיזור מערכות המידע, בירוקרטיה מופרצת וחוסר אינטגרציה בין הכלים הדיגיטליים. בעיות אלו מהמירות ככל שתהליכי העסקים עצם הופכים למורכבים יותר - בהשפעת טכנולוגיות, דרישות משתנות של לקוחות ותקנות מתעדכנות.

היחודיות של פרויקטי הבניה נובעת לא רק מהמאפיינים הטכניים שלהם, אלא גם מההבדלים בסטנדרטים הלאומיים ובדרישות הרגולטוריות של מדינות שונות. זה דורש גישה גמישה וモתאמת אישית לכל פרויקט, דבר שקשה ליישם במסגרת מערכות ניהול מודולריות מסורתיות. בשל המורכבות של התהליכים והכמות הגדולה של הנתונים, רובות מהחברות פונות לספקים המציעים פתרונות מיוחדים. אך השוק עמוס - מספר רב של סטארטיפים מציעים מוצריים - דומים, מתקדים במשימות צרכות. כתוצאה לכך, לעיתים קרובות מ Abedים את הגישה הכוללת לניהול הנתונים

ההתאמה לזרם המתמשך של טכנולוגיות חדשות ודרישות השוק הופכת לגורם קריטי לתחזיות. עם זאת, היישומים הקניינים הקיימים ומערכות המודולרים בעלות יכולת התאמה נמוכה – כל שינוי דורש לעיתים קרובות שיפוטים ארוכים ויקרים מצד המפתחים, שלא תמיד מבינים את המאפיינים של תהליכי הבניה.

חברות מוצאות את עצמן כעבדי הפיגור הטכנולוגי, ממתינות לעדכונים חדשים במקום ליישם גישות אינטגרטיביות חדשות במהירות. כתוצאה לכך, המבנה הפנימי של ארגוני הבניה לעיתים קרובות מציג מערכת אקוולוגית מורכבת של מערכות היררכיות, ולעיתים קרובות סגורות, שהקישור ביניהן מתבצע דרך רשות ניהול רב-שבביתה.

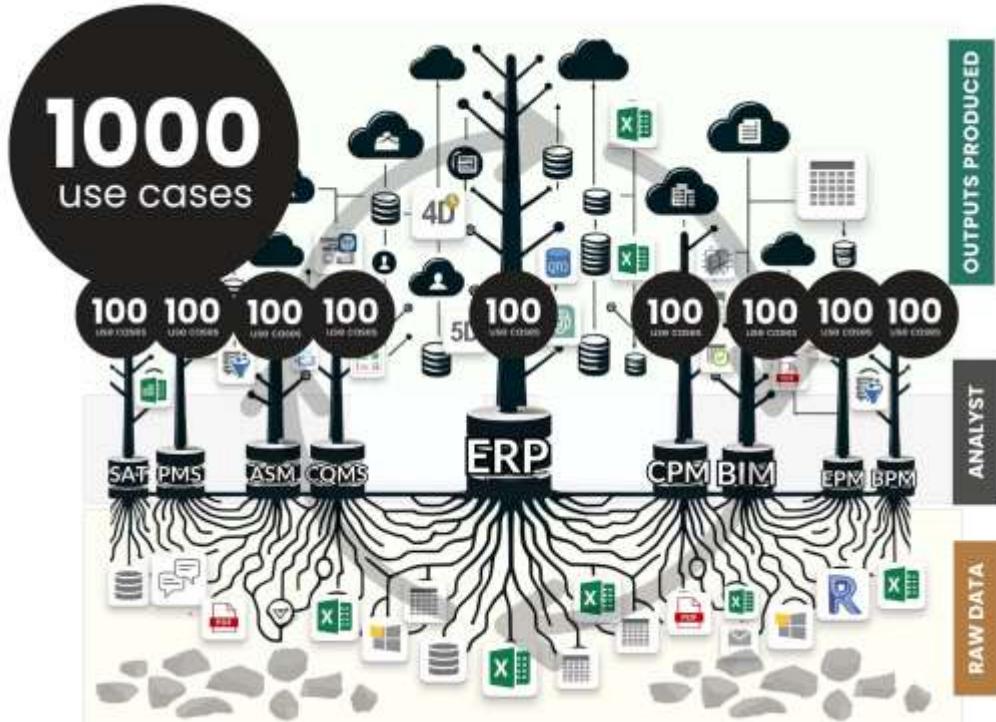


חברות מורכבות ממערכות מקשורות, שהאיחוד שלהם יוצר תהליכי הדורשים אוטומציה.

בקנדה בשנת 2021, רק 25% מהחברות KPMG לפי מחקר שנערך על ידי האגודה הקנדית לבניה וחברת סבורות שהן נמצאות במצב משמעותי אומצון בהשוואה למתחדים בתחום יישום הטכנולוגיות או הפתרונות הדיגיטליים. רק 23% מהנשאלים דיווחו שהפתרונות שלהם מבוססים במידה משמעותית או הרבה על נתונים. עם זאת, רוב המשתמשים בסקר תיארו את השימוש שלהם בטכנולוגיות אחרות כנסיוני בלבד או הodo שהם כלל לא משתמשים בהן.

חומר הרצון להשתתף בניסויים טכנולוגיים מתחבא במיוחד בפרויקטים תשתיתיים גדולים, שבהםTeVויות עשוות לעלות מיליון דולרים. אפילו הטכנולוגיות המתקדמות ביותר - דיגיטליים תאומים, ניתוח חייזי - לעיתים קרובות נתקלות בהתנגדות לא בಗל היעילות שלהם, אלא בغال חומר אמינות מוכחת בפרויקטים אמיתיים.

עיצוב עתיד הבניה, "יישום טכנולוגיות חדשות בתחום" (WEF) בהתאם לדוח של הפורום הכלכלי העולמי הבניה נתקל לא רק בקשהים טכניים, אלא גם במחסום פסיקולוגי מצד המזמין. רבים מהלכות והושגים כי השימוש בפתרונות מתקדמים יהפוך את הפרויקטיהם שלהם לזרה ניסונית ויהפוך אותם ל"ארנבות ניסוי", זהה שלשות הבלתי צפויות להוביל להוצאות נוספות ולסיכון.



עבור כל מקרה שימוש, שוק הפתרונות מציע אפליקציות לאופטימיזציה ואוטומציה של תהליכי.

תשתיית הבניה מגוונת מאוד: לפROYקטים שונים יש דרישות שונות, מאפיינים אזרחיים, תקנות חוקיות וכו'. אך כמעט בלתי אפשרי ליצור אפליקציה או (רישיון) סטנדרטים לחישובים (4.210 ריש).-- מערכת קניינית אוניברסלית שתתאים באופן מושלם לכל הדרישות והמאפיינים של הפROYקטים

בניסוח להתמודד עם המורכבות ההולכת ומתרקמת של המערכות ותלות בספק תוכנה, יותר ויותר מגיעים להבנה כי המפתח לניהול נתונים ייעיל הוא רק שקייפות וסטודנטrizציה, אלא גם פשטות של הארכיטקטורה של התהליכים עצם המורכבות והдинמיות ההולכות וגדלות של תהליכי העסקים דורשות גישות חדשות, שהבחן העדיפות מועברת נתונים לארגון וסידור שלהם. בדיק שינוי זה יהווה את הצעד הבא בהתפתחות תעשיית הבניה, מסמן את סוף עידן שליטה על תוכנה ואת תחילת עידן של ארגון מיידע ממשמעותי.

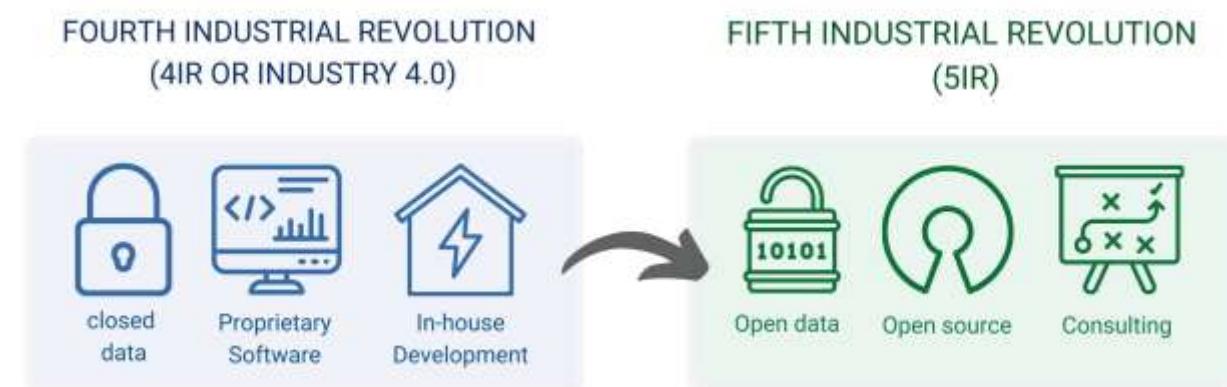
ההבנה של מגבלות הפתרונות האוניברסליים ופיגיעות מול העלייה במורכבות מביאה לשינוי עדיפויות: מפלטפורמות סגורות והצברות נתונים - לשקייפות, אdeptיביות ועובדת מסודרת עם מידע. שינוי זה במחשבה משקף שינויים רחבים יותר בכלכלה ובטכנולוגיה הגלובלית, המתוארים דרך עדשת מה שנקרא "מהפכות תעשייתיות". כדי להבין לאן מתקרמת הבניה ומהן הכוונות העתידים שלה, יש לבחון את מקומה של התעשייה בהקשר של המהפקה התעשייתית הרבייה והחמישית - מהאוטומציה והdigיטציה ועד אישיות, סטנדרטים פתוחים ומודל שירותים נתונים.

המהפקה התעשייתית הרבייה (תשתייה 4.0) (והמהפקה התעשייתית החמישית (תשתייה 5.0) (בנייה)

תהליכיים טכנולוגיים וכלכליים - אלו הן מושגים תיאורתיים המשמשים לתיאור ולניתוח האבולוציה של החברה והכלכלה בשלבים שונים של ההתפתחות. עם זאת, חוקרים ומומחים שונים עושים הפרש אוטם בדריכים שונים.

קשרה לטכנולוגיות מידע, אוטומציה, דיגיטציה (4IR או Industry 4.0) המהיפה התעשייתית הריבועית גלובלייזציה. אחד מהמרכיבים המרכזיים שלו הוא ייצור פתרונות תוכנה קניינים, כולל מוצרים דיגיטליים מיוחדים שנועדו למשימות ולחברות ספציפיות. פתרונות אלו לעיתים קרובות הופכים לחלק חשוב מהתשתיית הטכנולוגית, אך יחד עם זאת הם מתקשים להתרחב ללא שינוי נוספים.

נמצאת כיום בשלב מוקדם יותר של קונספסטואליזציה ופיתוח מאשר (5IR) המהיפה התעשייתית החמישית העקרונית המרכזים שלה כוללים הגברת רמת ההתאמה האישית של (4IR) המהיפה התעשייתית הריבועית היא תנואה לעבר פעילות כלכלית יותר מותאמת, גמישה ואישית, עם דגש על IR מוצרים ושירותים. התאמה אישית, ייעוץ ומודלים מונחי שירות. היבט מרכזי של הסדר הכלכלי החמישי הוא השימוש בתנותם - לקבלת החלטות, דבר שאינו אפשרי כמעט ללא שימוש בתנומות פתוחים ובכליים פתוחים (איור 2.112).



- איור 2.112 הסדר הריבועי מתמקד בפתרונות, והחמיישי – בהתאם אישית ובנתונים

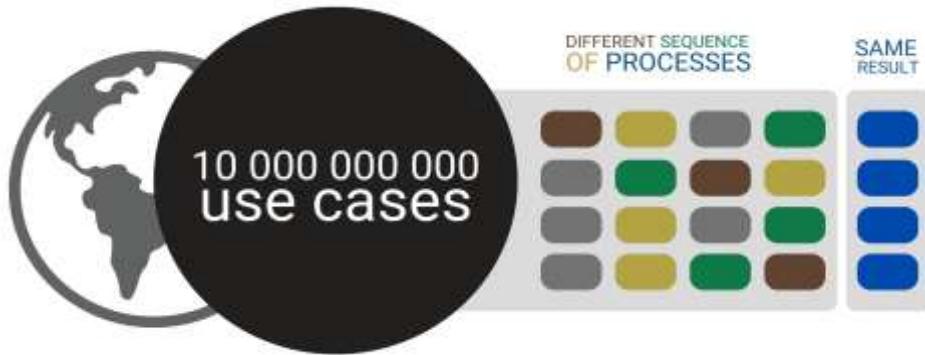
יצירת אפליקציה עבור חברות בתעשייה הבניין, המיועדת לשימוש בעשרה או מאות ארגונים, אינה מבטיחה את הצלחתה בהרבה לחברות אחרות, אזורים או מדינות ללא שינויים ושיפורים משמעותיים הסıcıי להרחבה מוצלחת של פתרונות כאלה נשאר נזוק, מכיוון שככל ארגון יש לו תהליכיים, דרישות ותנאים ייחודיים שעשוים לדרוש התאמות מותאמות אישית.

חשוב להבין שכבר היום, אינטגרציה מוצלחת של פתרונות טכנולוגיים כרוכה בגישה מותאמת אישית عمוקה לכל תהליך פרויקט וחברה. זה אומר שגם לאחר פיתוח מבנה, כלי או תוכנה אוניברסליים, תידרש התאמה מפורטת והגדלה לפי הדרישות והמצבים הייחודיים של כל חברה ופרויקט ספציפי.

פיענוח המהיפה התעשייתית החמישית [38, כ- 50% מהמנכ"לים בתעשייה שונות השנה] PwC לפי דוח מהמרים על אינטגרציה של טכנולוגיות מתקדמות וניסיון אנושי. גישה זו מאפשרת להסתגל במהירות לשינויים בעיצוב המוצר או בדרישות הלכה, וליצור מוצר מותאם אישית

עבור כל תהליך נדרש פיתוח פונקציה או אפליקציה ייחודית, דבר שモbil, בהתחשב בהיקף תעשייה הבניין העולמית ייחודית (איור Pipeline) ובגובה הפרויקטם, לקיים מספר עצום של מקרים עסקים, שכן אחד מהם מהווים לוגיקת כל מקרה כזה יש לו מאפיינים משלה ודורש גישה אישית. בבחן ביתר פירוט את המגון של פתרונות אפשריים. (איור 2.113). אותה בעיה אנליטית בהקשר של גישות שונות בפרק המוקדש למיזת מכונה ולנטוחה מערך הנתונים "טיטניק") (איור 9.29). --

בקשר של תהליכי דיגיטליים הוא רצף של פעולות, תהליכיים וכליים המבטאים זרימה אוטומטית או מוגנית של נתונים ופעולות בשלבים שונים של מחזורחיiproject.



איור 2.113 היחודיות והווריאbilità של מקרים עסקיים מקשה על ניסיונות ליצור פלטפורמה - וכליים סגורים הנחוצים להרחבה

היינו כבר השתנו במידה רבה תחת השפעתה של טרנספורמציה דיגיטלית, וכיום ניתן לדבר על תחילתו של שלב חדש בהתפתחות הכלכלית של תעשיית הבניין. בכללה "החדש" הוא, התחרות בתנהל לפि כללים שונים: מי יוכל להפוך ביעילותידע ציבורי ונתוניםפתוחים לモוצרים ושרותים מבקשים, מקבל יתרון מרכזית בתנאים של המהפכה התעשייתית החמישית.

כפי שמצוינת הכלכלנית קייט מסוקום בספרה "זכויות פרטיות וביעות ציבוריות: הכללה הגלובלית של קניין רוחני במאה ה-21-2012", anno חיים בכלכלת גלובלית של ידע, והעתיד שייך לאלה שמסוגלים להפוך גילויים מדעיים ל מוצר.

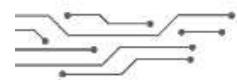
סגורים לסטנדרטים ופלטפורמות פתוחות. חברות יתחלו IT המעבר לבניה כלכלי חמישי שינוי מיקוד מפתרונות להתרחק מהМОוצרים התוכננים המסורתניים לטובותמודלים מונחי שירות, שבהם הנכם העיקרי יהיה נתונים ולא טכנולוגיות קנייניות.

מחקר של בית הספר לעסקים של הרווארד משנת 2024 מראה את הערך הכלכלי העצום של תוכנה בקוד, נוכחת ב-96% מכלל הקודים התוכנתיים OSS, Open Source Software, לפי המחקר פותוח חברות היו מוציאות פי 3.5 יותר OSS ולא חלק מהתוכנה המסחרית מורכבת ב-99.9% מרכיבי על תוכנה.

האקויסיטומות של חברות הבניה, בעקבות מגמות עולמיות, עברו בהדרגה לבניה כלכלי חמישי, שבו השירותים ניתוח וייעוץ מבוססי נתונים יהיו עדיפים על פני פתרונות סגורים מבודדים עם תרחישים קבועים.

עדין הדיגיטציה ישנה את AMAZON הכוחות בתעשייה: במקום תלות בפתרונות של ספקים, חברות יבנו את התחרותיות שלהן על היכולת להשתמש בנתונים ביעילות. כחותה מכך, תעשיית הבניה תעבור מערכות נוקשות מיושות לאקויסיטומות גמישות ואדפטטיביות, שבהן סטנדרטים פתוחים וכליים תואמים יהפכו לבסיס לניהול פרויקטים. סוף עדין הדומיננטיות של ספקים היישומים ייצור תנאים חדשים, שבהם הערך ייקבע לא על ידי בעלות על קוד סגור והיבורים

מיוחדים, אלא על ידי היכולת להפוך נתונים ליתרונו אסטרטגי.



פרק 2.2. הפיכת הכאוס לסדר והפחחת המורכבות

קוד מיותר ומערכות סגורות כמחסום לשיפור הפרודוקטיביות

הוגדרו בעיקר על ידי ספקי התוכנה. הם קבעו את כיוון IT-בашוריהם האחרונים, השינויים הטכנולוגיים בתחום ההתפתחות, קובעים אילו טכנולוגיות על החבורה לאם ז ואילו להשאיר לכך. בעיןן המעבר מפתרונות מבודדים לבסיסי נתונים מרכזיים ומערכות משולבות, ספקים קידמו מוצרים עם רישיון, מבטיחים שליטה על הגישה והרחבה. מאוחר שליטה זו הפכה למודל מנוי, מה שמקבע, Software as a Service (SaaS) יותר, עם הגעת הטכנולוגיות בענן ודגמי את המשתמשים בתפקיד של לקוחות קבועים של שירותי דיגיטליים.

גישה זו יצרה פרודוקס: למרות כמויות חסרות תקדים של קוד תוכנה שנוצר, בפועל נעשה שימוש רק בחלק קטן ממנה. יתרן שנכתב קוד במאות או אלפי פעמים יותר مما שנדרש, שכן אותם ההליצי עסקים מותאים ומוסתקים בעשרות או מאות תוכניות בדרכים שונות - אפילו בתוכה אחת. עם זאת, על הפיתוח כבר שולם, וההוצאות הללו אין ניתנות להחזרה. בכלל זאת, התעשייה משתמשת לשחרור את המעגל הזה, יוצרת מוצרים חדשים עם ערך נוסף מינימלי למשתמש הסופי, לעיתים קרובות תחת לחץ של ציפיות שוק יותר מאשר צרכים אמיתיים.

עלות (DAU) בהתאם למדיריך להערכת עלויות פיתוחה תוכנה שנוצר על ידי אוניברסיטת רכס ההגנה פיתוח תוכנה עשויה להשתנות באופן בהתאם למספר גורמים, כולל מרכיבות המערכת והטכנולוגיות הנבחרות. היסטורית, עלות הפיתוח בשנת 2008 עמדה על כ-100 דולר לכל שורת קוד מקור (SLOC). בעוד שעליות התחזוקה עשויות לעלות עד 4,000 דולר לכל SLOC.

הhiba היגיאומטרית - עשוי לכלול שירותים מיליוןוני שירותים קוד. מצב דומה קיים גם - CAD רק אחד מרכיבי יישומי של מרכיבות נدون בהמשך פרק החמישי של הספר. עם זאת, בבחינה מעמיקה יותר מתברר: חלק ERP במערכות משק, API, משמעותי מהקוד הזה אינו יוצר ערך נוסף, אלא פשוט פועל כ"שליח" - מעביר נתונים בין מסד הנתונים המשמש וטבלאות אחרות במערכת. למרות המיתוס הפופולרי על החשיבות הקritisית של מה שמכונה לוגיקת עסק,

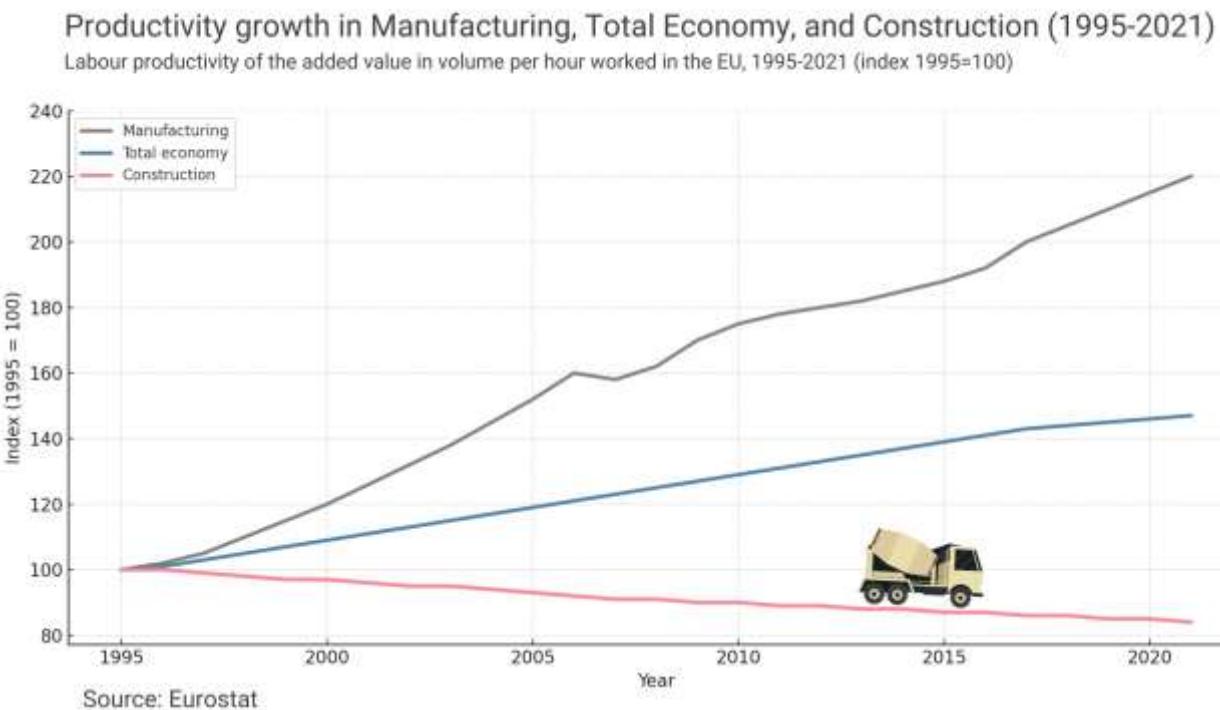
המציאות הקשה הרבה יותר פרוזאית: בסיסי הקוד המודרניים עומסים בחלוקת קוד ישנים, שמטרתם היחידה היא להבטיח העברת נתונים בין טבלאות ורכיבים, מוביל להשפייע על קבלת החלטות או על עליית הייעילות העסקית

"בSolo של דבר, פתרונות סגורים, העוסקים בעיבוד נתונים ממוקורות שונים, הופכים בהכרח למערכות "ספוגטי". מוסבות. עם המערכות המורכבות והמוסבות הללו יכולה להתמודד רק צבא של מנהלים, הפעיל במצב חצי יدني. ארגון זהה של ניהול נתונים אינו רק לא יעיל מבחינה משאבי, אלא גם יוצר נזירות תורפה קריטיות בתהליכי העבודה, מה שהופך את החבורה לתלויה בקבוצה מצומצמת של מומחים, המבינים כיצד פועל הלבנת הטכנולוגיה זו.

העליה המתמדת בכמות הקוד, מספר היישומים והמערכות של המושגים המוצעים על ידי ספקים, הביאה לتواזהה בענף הבנייה. זה הפך את היישום המעשוי של דיגיטציה דרך הגדלת מספר IT-צויפות - עלייה במרכיבות של המערכת ההיישומים בענף לבתי יעל. מוצרים תוכנתיים, שנוצרו מוביל לשימושם לב לקוחות המשתמשים, דורשים לעיתים קרובות מושגים לישום ולתחזוקה, אך אינם מביאים את התשואה הצפואה.

על פי מחקר של מקינזי "שיעור הפרודוקטיביות בבנייה", "במהלך שני העשורים האחרונים, הצמיחה הגלובלית בפרודוקטיביות העבודה בבנייה עמדה במוצע על 1% בלבד בשנה, בהשוואה לצמיחה של 2.8% בכלכלה העולמית ו-3.6% בתעשייה המפעלי. בארץות הברית, פרודוקטיביות העבודה בבנייה לכל עובד ירדה בחצי מאז שנות ה-60.

עלית המורכבות של המערכות, הבידוד והסגורות של הנתונים פגעו בתקשורת בין המומחים, מה שהפך את ענף הבניה לאחד הענפים הפחות ייעילים.



סגורות ומורכבות הנתונים וככתזאה מכך תקשורת לקויה בין המומחים הביאו את ענף הבניה לאחד הענפים הפחות ייעילים בכלכללה.

כפי שמדגיש מחקר מקניי (2024), ("הבטחת פרודוקטיביות הבניה כבר אינה דבר שאינו הכרחי", בתנאים של מחסור הולך ומטרקם במשאבים ושייטת הענף להכפיל את קצב הצמיחה, הבניה כבר אינה יכולה להרשות לעצמה להישאר ברמת פרודוקטיביות הנוכחית. על פי תחזיתו, ההוצאות הגלובלית על בנייה יגדלו מ-13 טרילيون דולר בשנת 2023 ל-22 טרילيون דולר עד שנת 2040, מה שהופך את שאלת הייעילות לא רק לרלוונטיית, אלא גם לקריטית

אחד מהדריכים המרכזיים לשיפור הייעילות יהיה האחדות והפשטה הבלתי נמנעת של מבני היישומים ואדריכליות האקוסטומות המעבדות נתונים. גישה זו לרציניותה תאפשר להיפטר משכבות אבسطרקטיה מיותרות ומסיבוכיות לא נחוצה, שהצטברו במשך שנים במערכות הארגוניות.

מסילו לאחסון נתונים מאוחד

כל שארגון צובר יותר נתונים, כך קשה יותר להפיק מהם תועלת אמיתית. בשל הפיקול של אחסון המידע בסילוים מבודדים, חברות מודרניות בתחום העבודה שלהן מזכירות בונים המנסים לבנות גורדי שחקים מוחדרים המאוחסנים באלפי מחסנים שונים. עוזף המידע לא רק מקשה על הגישה למידע משפטי ממשוני, אלא גם מעכ卜 את קבלת החלטות כל צעד צריך להיבדק ולאשר מספר פעמים.

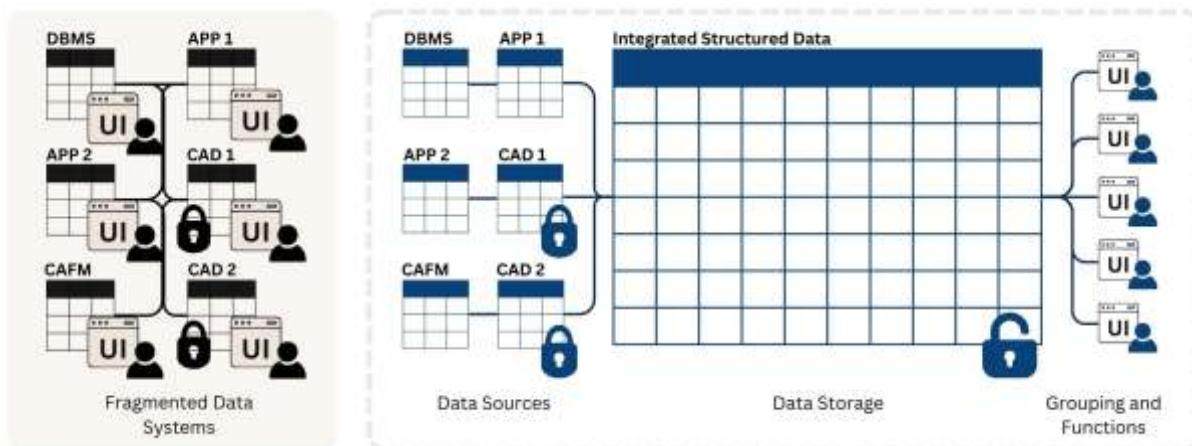
כל שימוש או תהליך קשורים באופן הדוק לטבלה או למסד נתונים נפרד, והחלפת נתונים בין מערכות דורשת אינטגרציות מורכבות. שגיאות וחוסר התאמה במערכת אחת יכולות לגרום לכשלים בשרשרא מערכות אחרות. ערים לא נכונים, עדכונים מאוחרים ודופליקציות של מידע מאלצים את העובדים ללבבו זמן רב על בדיקות ידניות ואישור נתונים. בסופו של דבר, הארגון מבזבז יותר זמן על תיקון תוצאות הפיצול מאשר על פיתוח ואופטימיזציה של תהליכי

הבעיה זו היא אוניברסלית: חלק מהחברות ממשיכות להיאבק עם הכוון, אחרות מוצאות פתרון באינטגרציה - העברת מידע המערכת אחסון מרכזי. דמיינו זאת כמו טבלה גדולה אחת, שבה ניתן לאחסן כל יישום הקשור למשימות, פרויקטים וארגוני. במקום عشرות טבלאות ופורמטים מבודדים, מופיעה מערכת אחסון אחת מקושתת (איור 2.22)

- מה שמאפשר

- ; לモען אובדן נתונים
- ; להפסיק את הצורך באישור מתמיד של מידע
- ; לשפר את זמינות ואיכות הנתונים
- ; לפשט את העיבוד האנליטי ולמידת מכונה

הבאת הנתונים לסטנדרט אחיד משמעותה, שבין אם מדובר במקור, המידע מומר לפורמט מאוחדר וקריא על ידי מכונה. ארגון כזה של נתונים מאפשר לבדוק את שלמותם, לנתח בזמן אמיתי ולהשתמש בהם במתחרות לקבלת החלטות ניהולית נרחיב על מושג מערכות האחסון המוטמעות והשימוש שלהם בשפה האנגלית וליידת מכונה בפרק "אחסון נתונים גדולים ולידת מכונה". נושא המידול והמבנה של הנתונים יוסרו בפרקם "המרת נתונים לצורת מבנה" ו"כיצד". הסטנדרטים משנים את המשחק: מקבצים אקרים למודל נתונים מתוכנן".



איור 2.22 אינטגרציית נתונים מסירה את הבידוד, משפרת את זמינות המידע ומיעילה את תהליכי העבודה.

לאחר ארגון ואחדת הנתונים, השלב הלוגי הבא הוא בדיקתם. כאשר ישנו מאגר נתונים אינטגרטיבי אחד, התהליך הזה מתפשט באופן משמעותי: אין יותר מספר רב של סככות לא תואמות, מבנים כפוצים וקשרים מורכבים בין הטבלאות. כל המידע מובא למודל נתונים אחיד, מה שמלק סטריות פנימיות ומצביעת תהליכי האימוץ. בדיקה והבטחת איות הנתונים הם היבטים מרכזיים בכל תהליכי העסקים, וنعمיק בהם בפרקם המתאים של הספר.

בשלב הסופי, הנtones מקובצים, מסוננים ומנוחחים. אליהם מוחלות פונקציות שונות: ארגנטיה (היבור, כפל, חישובים בין טבלאות, עמודות או שורות. העובדה עם הנtones הופכת לרצף של צעדים: איסוף, ארגון, בדיקה, טרנספורמציה, עיבוד אנלטי וטעינה לאפליקציות הסופיות, שבהן המידע משמש לפתרון בעיות מעשיות. נעמיך בبنיה תרחישים כאלה - **data pipeline** של ETL approach אוטומציה של צעדים ובנית זרמי עבודה בפרקם המוקדשים לתהליכי.

כך, טרנספורמציה דיגיטלית אינה רק פישוט העבודה עם מידע. מדובר בהפקת המורכבות המיותרת בניהול נתונים מעבר מהकאוס לחייזו, מספר מערכות לתהליך מנוהל. ככל שהמורכבות של הארכיטקטורה נמוכה יותר, כך נדרש פחות קוד לתמיכה. ובמ督办 לעתיד, הקוד עצמו עשוי להיעלם לחלוtin, תוך מתן מקום לsocנים אינטלקטואליים שבמציעים ניתוח, מסודרים ומעבדים נתונים באופן עצמאי.

A) **מערכות אחסון משולבות מאפשרות לעובר לשימוש בסוכני**

כל שהמורכבות של הנtones והמערכות קטנה יותר, כך נדרש פחות קוד לכתיבה ולתחזוקה. והדרך הפשטה ביותר להסוך בפיתוח היא להיפטר לחלוtin מהקוד, ולהחליפו בתונים. כאשר פיתוח קוד האפליקציה עבר מוקד למודלים של מכיוון שברקע של מושגים אלה עומד אופן, (data-driven) נתונים, מתרחש בהכרח שינוי לעבר גישה מוגעת נתונים חשיבה שונה לחלוtin.

כאשר אדם בוחר בדרך של עבודה עם נתונים במרכז, הוא מתחילה לראות אחרת את הפקדים. הנתונים מפסיקים להיות "חומר גלם" עבור אפליקציות – עשויהם הבסיס שעליו נבנית הארכיטקטורה, הלוגיקה והאינטראקטיביות.

הגישה המסורתית לניהול נתונים מתחילה בדרך כלל ברמת האפליקציות ובבנייה מזכירה מערכת ביורוקרטית מסורבלת אישורים ברמות רבות, בדיקות ידניות, גרסאות אינסופיות של מסמכים דרך מוצרים תוכנתים מתאימים. עם התפתחות הטכנולוגיות הדיגיטליות, יותר ויותר חברות ייאלצו לעובר לעקרון המינימליזם – לאחסן ולהשתמש רק بما שבאמת נכון ויהיה בשימוש.

את הלוגיקה של המינימיזציה אימצאו הספקים. כדי לפשט את תהליכי האחסון והשימוש של הנתונים, העבודה של הידעים SaaS המשמשים מועברת מהfonקציות של אפליקציות וכליים לא מקוונים לשירותים בענן ולפתרונות.

המודרניות, המאפשרת AI (תוכנה כשירות) (הוא אחד הכוונים המרכזיים בתשתיות SaaS המשמש למשתמשים לגשת לאפליקציות דרך האינטרנט מבלי הצורך להתקין ולתחזק תוכנה על המחשבים האישיים שלהם.

הקל על ההתרחבות, ניהול הגרסאות והפחיתת את העליויות של תמייה ותחזוקה, אך מצד שני, בנוסף לתלות SaaS, מנגד, בלוגיקה של אפליקציה ספציפית, הוא גם הפך את השימוש לתלוי לחלוtin בתשתיות הענן של הספק. אם השירות נכשל הגישה לנtones ולתהליכי העסקים עשויה להיות חסומה באופן זמני או אפילו לאורך זמן. בנוסף, כל הנתונים של נשמרם על השירותים של הספק, מה שיוצר סיכון מבחינת אבטחת מידע SaaS המשמש בעת עבודה עם אפליקציות והתאמאה לדרישות רגולטוריות. שינוי בתעריפים או בתנאי השימוש עשוי גם להוביל לעלייה בהוצאות או לצורך במיגרציה דחופה.

והגישה המוקדמת בנתונים מעמידה בסימן שאלת עתיד היישומים בצורתם המסורתית LLM-סוכני AI-ה��פתחות ה-אם בעבר יישומים ושירותים היו נחוצים לניהול לוגיקת עסק ולעיבוד נתונים, הרוי עם הגעת סוכני SaaS וביבוץ פונקציות אלו עשויה לעבור למערכות אינטלקטניות הפעולות ישירות עם הנתונים AI.

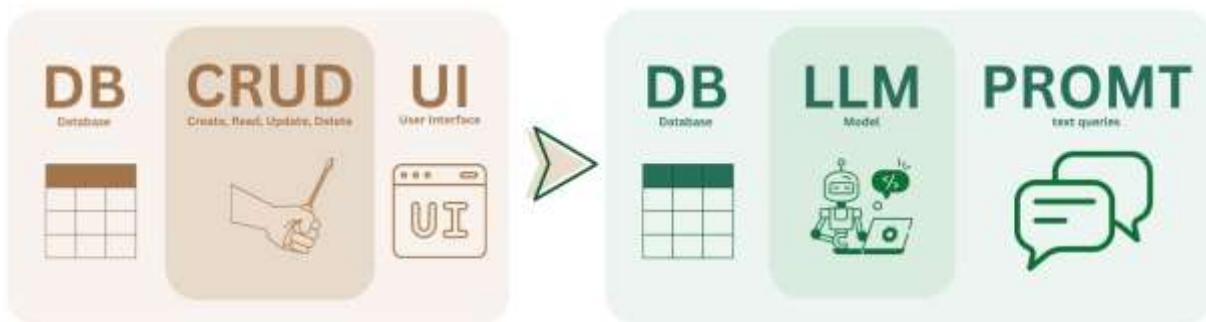
ופתרונות מקומיים AI וברמות ניהול נדונות ארכיטקטורות היברידיות, שהן סוכני AI لكن, יותר ויותר בחלוקת SaaS משלימים את השירותים בענן, ומפחיתים את התלות בפלטפורמות SaaS.

פתרונות להשתנות באופן דרמטי SaaS הגיעו שאנו מאמינים מכך שישים מוסקים מסורתיים או יישומי ייצירה, קריאה, עדכון ומהיקה [של בסיסי נתונים עם לוגיקה CRUD בעין הסוכנים. יישומים אלה, למעשה, מהווים עסיקת אך בעתיד, הולוגיקה הוא מעבור לסוכני בינה מלאכותית

— סאטיה נאדרה, מנכ"ל מיקרוסופט, 2024.

גישה מונחת נתונים ושימוש בסוכני אינטלקטנית מלאכותית/מודלים לשפה גדוליםאפשרים לזמן את מסוף התהליכיים המיותרים, ובכך להפחית את העומס על העובדים. כאשר הנתונים מאורגנים כראוי, קל יותר לנתח, להמחיש ולǐישם אותם לצורך קבלת החלטות. במקום דוחות ובדיקות אינסופיות, המומחים מקבלים גישה למידע עדכני במידה ואופן אוטומטי בצורה של מסמכים ولوוחות מחוונים LLM קליקים או באמצעות סוכני (LLM).

בעובדה עם נתונים יערו לנו כלים של אינטלקטנית מלאכותית (א"מ) (וז'אים של מודלים לשוניים גדולים המשורתיות) ייצירה, קריאה, עדכון, מהיקה (לשימוש במודלים CRUD בשנים האחרונות ישנה מגמה של מעבר מפעולות מסוגלים לשפה טבעית וליצור באופן אוטומטי שאלות מתאימות LLM לניהול נתונים (LLM) לשוניים גדולים. למסד הנתונים, מה שמנפש את האינטראקציה עם מערכות ניהול הנתונים

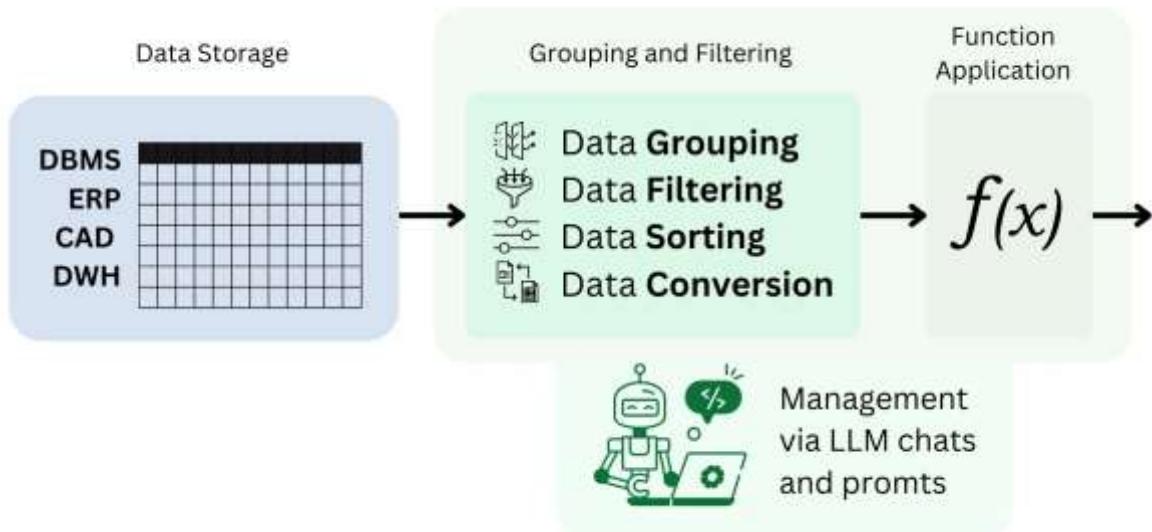


אי.אי. יחליף את החלטות בזוויג לניהול מאגרי מידע ובסיסי נתונים ובאנגלציה שלהם, תוך שהוא דוחק בהדרגה את היישומים CRUD המסורתיים ואת פעולות PROMT.

בשליחת עד ששת החודשים הקרובים, הבינה המלאכותית תכמוך 90% מהקיים, ובמשך 12 חודשים כמעט כל דוחן אנתרופיק, מרץ 2025 LLM עשוי להיות מיוצר על ידי בינה מלאכותית. דאריו אמודיא, מנכ"ל חברה

בשנת 2025 המפתחים, GitHub Copilot, למשל) למרות ההתקפות המהירה של כלים לפיתוח בינה מלאכותית עדין משחקים תפקיד מרכזי בתפקיד זה. סוכני בינה מלאכותית הופכים לעוזרים מועילים יותר והוא מפרשים (פרטים נוספים על כך בפרק הבא) SQL-Pandas או אוטומטיות את הבקשות של המשתמשים, מייצרים שאלות

או כותבים קוד לנitionה נתונים. כך, הבינה המלאכותית מחליפה בהדרגה את ממשקי המשמשים המסורתיים של היישומים התפשטות מודלים של בינה מלאכותית, כמו מודלים לשוניים, תTRYץ את הפיתוח של ארכיטקטורות היברידיות. במקום אלו עושים לראות אינטגרציה של שירותים ענן עם מערכות ניהול SaaS ליותר לחוטין על פתרונות מבוססי ענן ומוצרי מאפשרת להשתמש במודלים רביעצמה של (federated learning) נתונים מקומיות. לדוגמה, למידה פרטטיבית בינה מלאכותית מבלי להזיז נתונים רגילים לענן. כך, חברות יכולו לשמור על שליטה על הנתונים שלהם, תוך כדי גישה לטכנולוגיות מתקדמות.



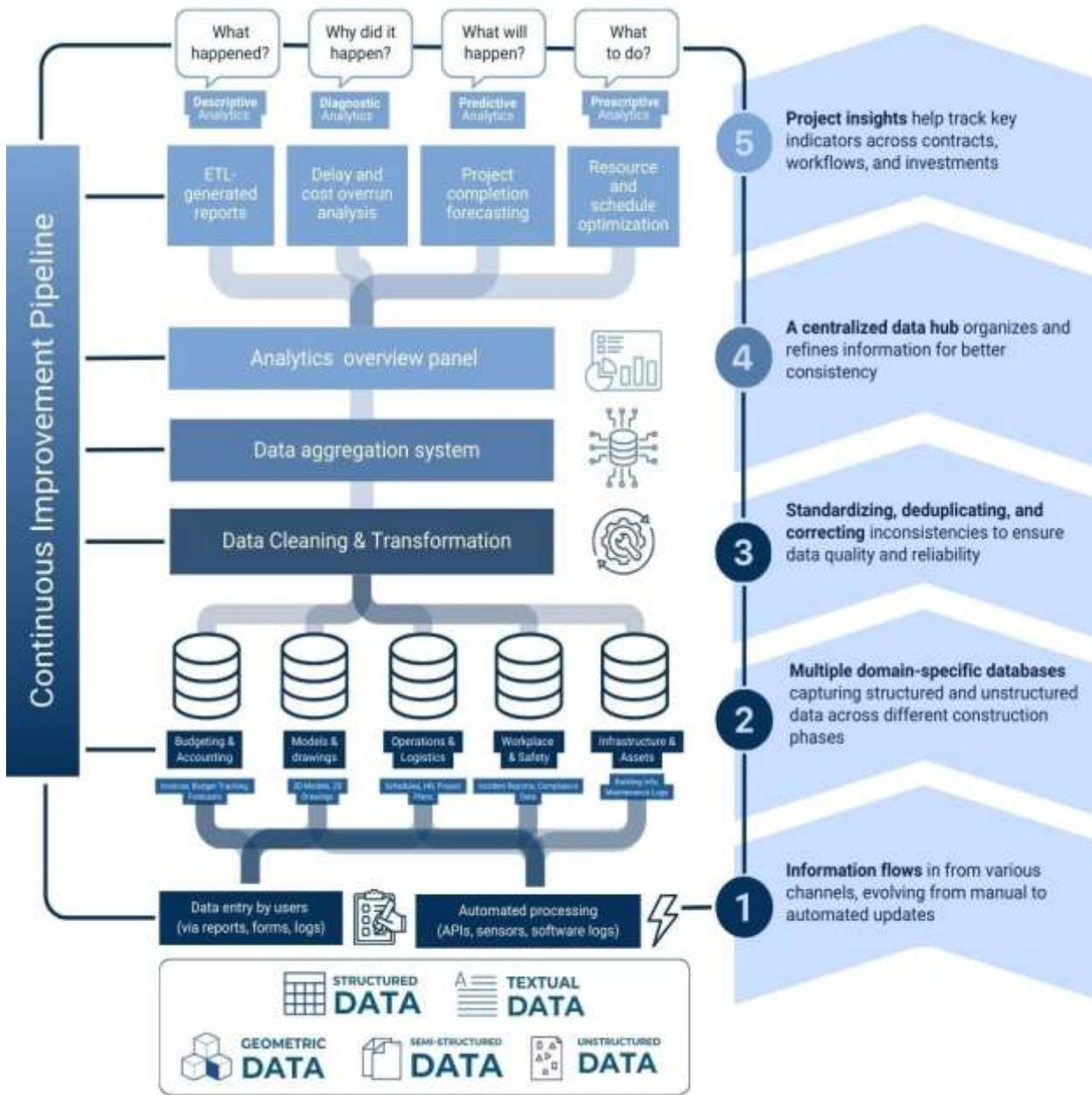
2.24. ריש. LLM. הפעולות העיקריות של קיבוץ, סינון ומיוון עם יישום פונקציות יובוצו על ידי צ'אט.

העתיד של תעשיית הבניה יתבסס על שילוב של פתרונות מקומיים, יכולות ענן ומודלים אינטלקטואליים העובדים יחד כדי לאפשר למשתמשים לא ידוע טכני לתקשר עם בסיסי נתונים LLM. לייצור מערכות ניהול נתונים יעילות ובטוחות וסוכני בינה מלאכותית וכי札ם ה LLM ואחסון נתונים, על ידי ניסוח הבקשות שלהם בשפה טבעית. פרטים נוספים על ".ופורטטים מובנים של נתונים LLM פועלםណון בפרק "סוכני".

לא רק יכול על העבודה עם המידע LLM-נתונים מאורגנים כראוי וכליים פשוטים ונוחים לנitionה הנתונים עם תמייה באלא גם יסייעו בזעורה טעויות, יגבירו את היעילות ויאוטומטו תהליכי.

מארזון נתונים לקבלת החלטות: הדרך לאוטומציה

בחלקים הבאים של הספר נבחן בפירוט כיצד המומחים מתקשרים זה עם זה וכיצד הנתונים הופכים לבסיס לקבלת מציגה דוגמה של תרשימים המראה את רצף שלבי עיבוד 2.25. החלטות, אוטומציה והגברת היעילות בעבודה. ריש (Continuous) הנתונים בגישה מונחת נתונים. תרשימים זה ממחיש את המתווה של שיפור מתמשך של תהליכי חלקים מהם ייבחנו בפירוט בהמשך הספר, Improvement Pipeline).



דוגמה של צינור שיפור מתmeshך של נתונים: זרם עיבוד וניתוח נתונים בפרויקט בנייה 2.25. ראש.

המערכת המתארת את ההלि�כי העסקים של חברה בגודל בגיןו בנויה על עיקרון רב-שבתי. היא כוללת: איסוף נתונים ניוקי, אגירה, עיבוד אנליטי וקבלת החלטות על סמך התוצאות שהושגו. כל השלבים הללו נלמד בהמשך הספר - הון בקשר לתיאורטי והן דרך דוגמאות מעשיות

המידע מגיע הן במצב יدني) דרך דוחות, טפסים, יומניהם (והן. 3.11. ריש) בשלב הראשון מתבצע הזנת נתונים הנתונים יכולם להיות מבנים שונים: גיאומטריים (חישנים, מערכות תוכנה, API-ם) בצורה אוטומטית טקסטואליים, לא מובנים. בשלב זה עולה הצורך בסטנדרטיזציה, סטרוקטוריזציה ואחדות של זרמי המידע בשלב הבא הוא עיבוד והמרת נתונים. זה כולל היליכים של ניקוי, הסרת כפליות, תיקון שגיאות והכנת מידע לנוחות נסוף. בשלב זה הוא קרייטי, שכן איכות האנגלטיקה תלויה ישירות בניקיון ובבדיקה הנתונים

גישה נוחה וmpsketת אפשרות לניטות חוות תחומיים של המידע פונקציונליים: תקצוב ורישום, מודלים ורטוטים, לוגיסטיקה, ביטחון ותשתיות. חלוקה זו מאפשרת לארגון לאחר מכון נתונים נכנים לטבלאות מיוחדות, מגילות נתוניות או בסיסי נתונים, המופרדים לפי תחומיים

לאחר מכון הנתונים מוגדים ומוסגים בלחן בקרה אנגלי. כאן מושמות שיטות של אנלטיקה תיאורית אבחנתית, חיזוי והמליצה. זה מאפשר לענות על שאלות מפתח: מה קרה, מדוע זה קרה, מה יקרה בעתיד ואילו - פוטונות יש לחשוף לדוגמה. האוצרת יכולת לחוש עיבובים להזות סיום פרויקטים או ליעל משאים

לבסוף, בשלב האחרון נוצרים מסקנות אנליטיות ומדדים מרכזיים, המשיעים בעקב אחר ביצועי חוזים, ניהול השקעות ושיפור תהליכי עסקים. מידע זה הופך לבסיס לקבלת החלטות ואסטרטגיית פיתוח החברה.

באופן דומה, הנתונים עוברים מסלול מאיסוף ועד שימוש בניהול אסטרטגי. בחלקם הבאים של הספר נבחן כל שלב בפירוט, תוך מתן תשומת לב מיוحدת לסוגי נתונים, שיטות עיבוד נתונים, כלים אנגליטיים ומרקטים אמיתיים של שימוש בגישה אלו במשמעות הבנייה.

אעדימ גומספים: הפקת הכאוס למערכת ניהולית

בחלק זה חקרונו את בעיות הסילו המידע ובחנו את השפעת המורכבות המוגזמת של מערכות על הייעולות העסקית, ניתחנו את המעבר מהמהפכה התעשייתית הרכיבית לחמישית, שבה התפקיד המרכזי הוא לנתחים ולא לישומים. ראיינו כיצד מפחית את הפרודוקטיביות IT-מערכות מידע מפוזרות יוצרות מחסומים להחלפת ידע, ובאיזה המשך של סיכון הנוף ה-**ומעקב חשנות תעשיית הבנייה**.

לסייע לסייעם במשימותם. שילובם של מנגנונים ייחודיים העשויים לסייע לישם את הגיוש שנדונו בסעיפים

יוזאליזציה של הנוף המידע שלך

- זיהוי נקודות קרייטיות, שבהן עשויה להתרחש אובדן או עיון נתונים בעת העברה בין מערכות
 - גלה פונקציות כפולות פוטנציאליות ופתרונות מיותרים
 - הוסף למפה זו את המערכת והיישומים שבהם אתה משתמש בעבודתך
 - עימם אתה עובד באופן קבוע (Miro, Figma, Canva), צור מפה וייזואלית של מקורות הנתונים

ישם פרקטיקות ניהול נתונים אישיות

- עבר את המוקד מהיישומים לנתונים מרכזיים מרכזיות בתהליכיים
 - تعد את מקורות הנתונים ואת המתודולוגיה לעיבוד כדי להבטיח שקיות
 - פותח מגננים להערכת ושיפור איכות הנתונים
 - שיגר לפחות אחד משלביה של תבנית נתונים או שיטות מחקר ו/או

הנחיות (data-driven) מושגuedו על ידי ניתוח נתונים וניתוח נתונים

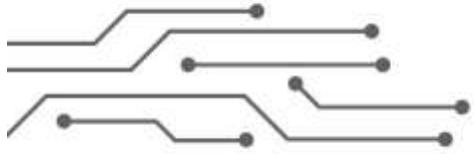
- הצע להשתמש בפורמטים סטנדרטיים ואחדים להחלפת נתונים בין עמיות
 - העלו באופן קבוע שאלות הקשורות לאים ומיניהם בסוגיה הפניישת האזום

הכירו את האלטרנטיבות בקוד פתוח לכליים שאתם משתמשים בהם לפתרון בעיותיכם

התחלו בקטן - בחרו תהליך או קבוצת נתונים ספציפיים שהם קריטיים לעובדה שלכם, והחילו עליהם גישה מומודת נתונים, תוך העברת הדגש מהכלים לנ נתונים. לאחר שתשיגו הצלחה במשימה פילוט אחת, תקבלו לא רק ניסיון מעשי, אלא גם הדגמה מוחשית של היתרונות של המתודולוגיה החדשה עבור הוצאות שלכם. במהלך ביצוע רוב הצעדים הללו מודרני LLM אם יתעוררו שאלות, תוכלו לפנות להבהרות ועזרה מכל מודל

בחלקים הבאים של הספר נعبر לבחינה עמוקה יותר של שיטות לארגון ואחדות נתונים ונחקור גישות מעשיות לשילוב מידע מגוון. תשומת לב מיוחדת תינתן למעבר מאחסונים מבודדים לאקויסיטומות נתונים מאוחדות, המשחקות תפקיד מרכזי בהמרת הדיגיטלית של תעשיית הבניה.





III חלק

מסגרת הנתונים בתהליכי עסק הבניה

בחלק השלישי נבנה תמונה מקיפה של טיפולוגיית הנתונים בבניה ושיטות לארגון הייעיל. ניתוחים יייערכו על מאפיינים וספציפיות העבודה עם נתונים מובנים, לא מובנים, חצי מובנים, טקסטואליים וגיאומטריים בהקשר של פרויקטים בנייה. ייבחנו פורמטים מודרניים לאחסון ופרוטוקולי החלפת מידע בין מערכות שונות בשימוש בתעשייה. יוסברו כלים מעשיים ושיטות להמיר נתונים בפורמטים יומלצו גישות להבטחת (BIM) CAD שונים לסביבה מאורגנת אחת, כולל דרכי לשלוב נתונים אינטגרטיבים דרך סטנדרטיזציה ואמות, קרייטיות לדיקנות החישובים הבנייתיים. ינותחו הביטים עם דוגמאות קוד (Python Pandas, LLM מודלים) מעשיים של שימוש בטכנולוגיות מודרניות (CoE) לפתרון בעיות טיפוסיות בתעשייה הבניה. תוכן הערכת ערך של הקמת מרכזי מצוינות כמבנה ארגוני לתיאום וסטנדרטיזציה של גישות ניהול מידע.

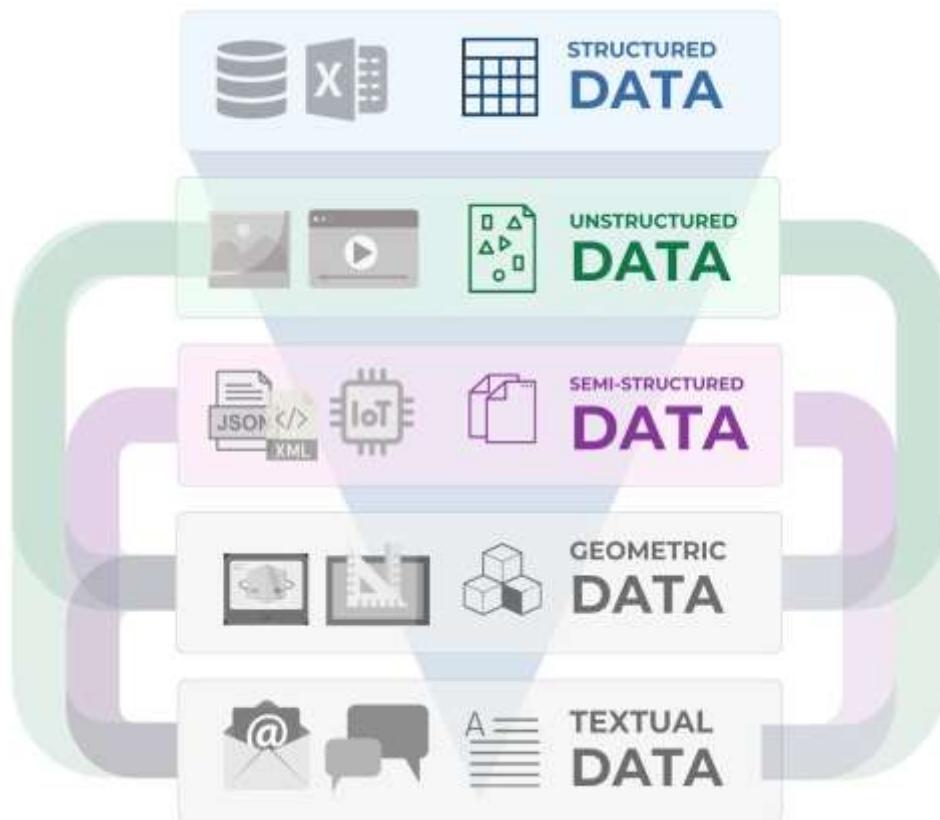
פרק 3.1

סוגי נתונים בבנייה

סוגי הנתונים החשובים ביותר בתעשייה הבניה

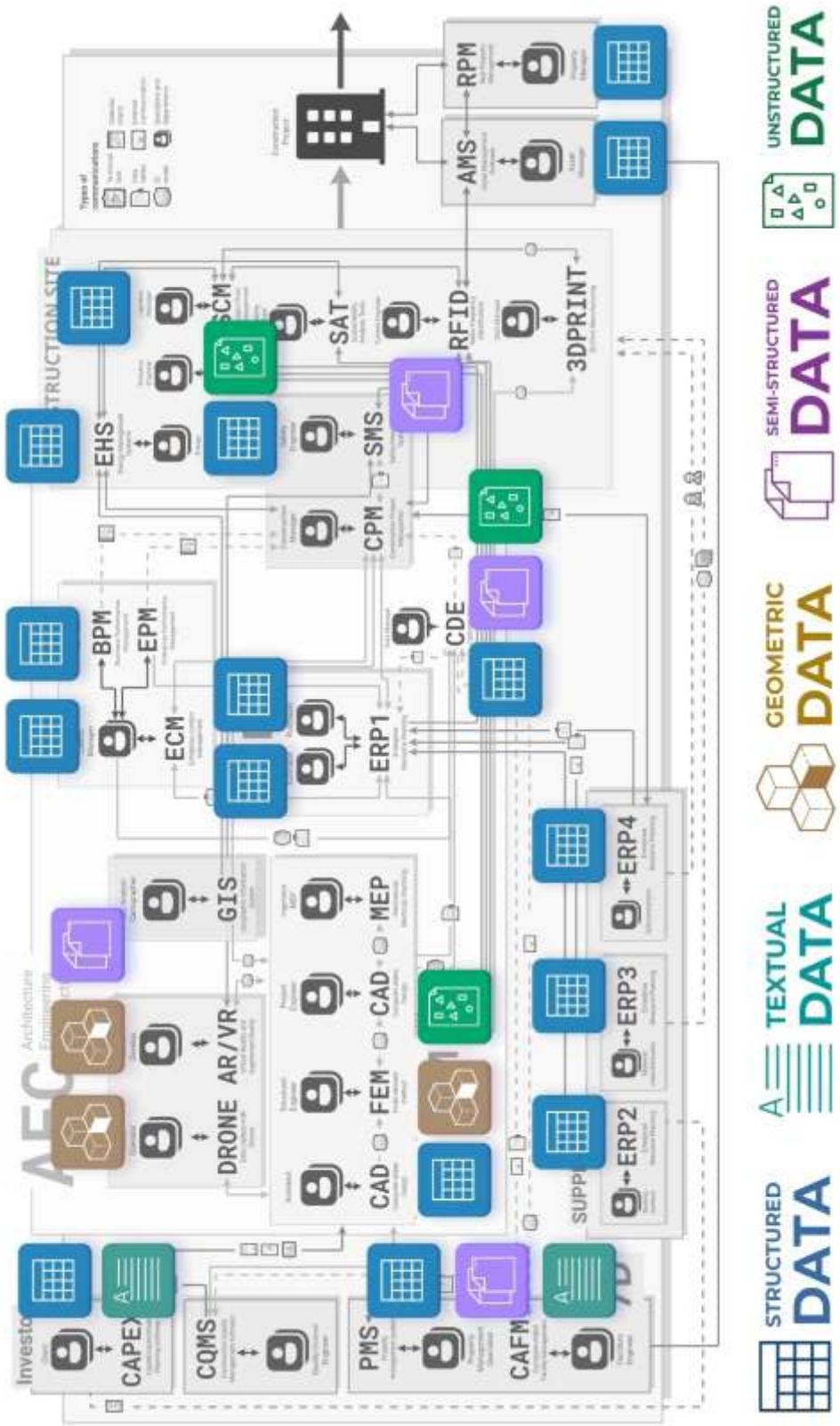
בתעשייה הבניה המודרנית, מערכות, יישומים ואחסוני נתונים של חברות מתמלאים באופן פעיל במידע ובנתונים מסווגים ובפורמטים שונים. נבחן ביתר פירוט את סוגי הנתונים העיקריים המשפיעים את הנוף המידע של חברה מודרנית הפעלת-
בתעשייה הבניה:

- **נתונים מודדים Excel** נתונים מובנים: נתונים אלו בעלי מבנה ארגוני ברור, לדוגמה, גילוונות אלקטרוניים של רלציוניים.
- **נתונים לא מובנים**: מידע שאינו מאורגן בהתאם לכללים נוקשים. דוגמאות לנתונים כאלה כוללות טקסט וידאו, תמונות והקלטות אודיו.
- **נתונים חצי מובנים**: נתונים אלו תופסים מקום בין נתונים מובנים לבין נתונים לא מובנים. הם מכילים אלמנטים של מבנה, אך המבנה הזה לא תמיד ברור או מתיואר לעתים קרובות דרך סכבות שונות. דוגמאות לנתונים חצי מובנים בבנייה כוללות: מפרטים טכניים, מסמכים פרויקט או דוחות על עבודה שבוצעה.
- **נתונים טקסטואליים**: כוללים את כל מה שהתקבלה כתוצאה מהתקשרות בעל פה ובכתב, לדוגמה, מיילים תמלילים של ישיבות ופגישות.
- **שבhn מומחים יוצרים נתונים גיאומטריים של רכיבי CAD** נתונים גיאומטריים: נתונים אלו מגיעים מתחוכנות הפרויקט לצורך ויזואлизציה, אישור ערכי נפחים או בדיקת התנשויות.
- השוב לציין כי נתונים גיאומטריים וטקסטואליים (אלפאנומריים) אונם קטגוריה נפרדת, אלא יכולים להופיע בכל שלושת סוגים הנתונים. נתונים גיאומטריים, לדוגמה, יכולים להיות חלק מנתונים מובנים (פורטים פרמטריים של גם נתונים לא מובנים) שרטוטים סורקים. נתונים טקסטואליים יכולים גם הם להיות מאורגנים בסיסי CAD (נתונים מובנים) או להתקיים במסמכים ללא מבנה ברור.
- כל סוג נתונים בחברת בנייה הוא אלמנט ייחודי בפזול הנכסים המידעים של החברה. נתונים לא מובנים, כמו תМОנות מאתרי בנייה והקלטות אודיו של פגישות, ועד לרשומות מובנות, כולל טבלאות ובסיסי נתונים - כל אלמנט משחק תפקיד חשוב בעיצוב הנוף המידע של החברה.



מהנדסים ומנהל נתונים צריכים לומוד לעבד עם כל סוג הנתונים המשמשים בתעשייה הבניה 3.11. ריש.

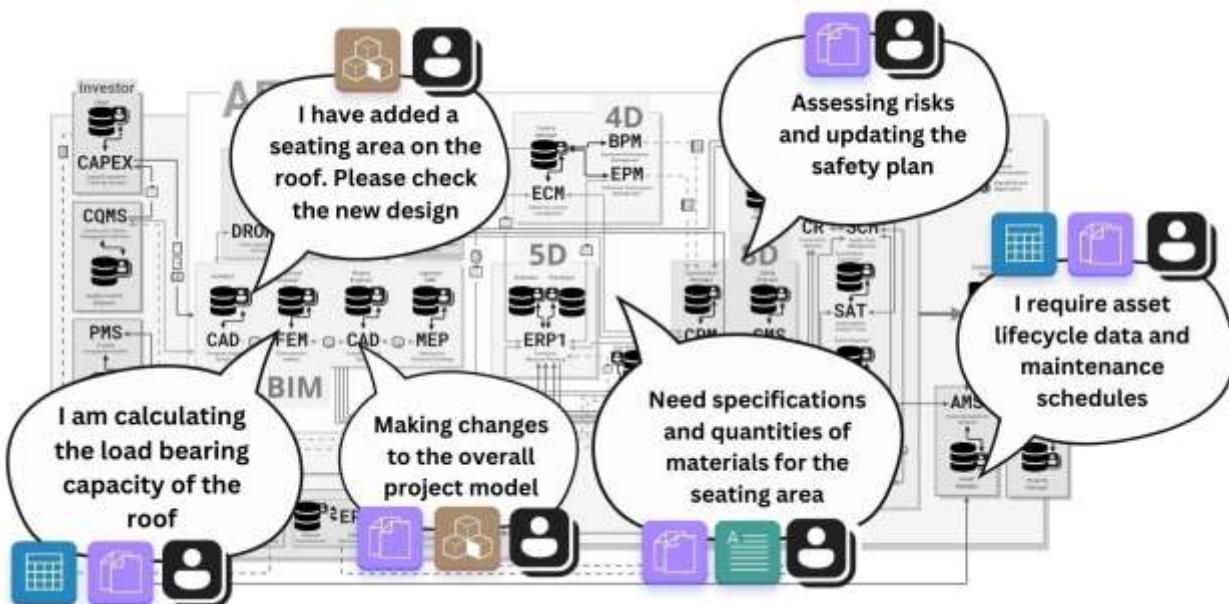
- **המשמשות בבנייה, (3.12. ריש)** הנה דוגמה לרשימה של כמה מערכות וסוגי נתונים הקשורים אליהן
- (**תכנון מבנים ארגוניים** - מעכד בדרך כלל נתונים מובנים, מסיע בניהול משאבי הארגון ומשלב ERP תהליכי עסקים שונים
- (**מודל מידע בניתי** - משתמש בנתונים גיאומטריים נתונים BIM) עיצוב בעזרת מחשב (בשילוב עם CAD חצי-МОבנים לתכנון ו咩זול פרויקטי בנייה, ובattività דיווק ועקבות של מידע בשלב התכנון
- (**מערכות מידע גיאוגרפיות** - פועלת עם נתונים גיאומטריים ומובנים לצירוף וניתוח של נתונים מפה GIS ויחסים מרחבים
- (**זיהוי באמצעות תדר רדיו** - משתמש בנתונים חצי-МОבנים למעקב ייעיל אחר חומרם ו齊וד באתר RFID הבניה באמצעות זיהוי בתדר רדיו
- (**ניהול תוכן הנדסי** - זו מערכת לניהול נתונים הנדסה ודוקומנטציה, כולל נתונים חצי-МОבנים ולא ECM מובנים, כמו שרטוטים טכניים ודוקומנטציה פרויקטיבית



פורמטים שונים ונתונים מלאים מערכות שונות, ודוחים מתרגום לצורה המתאימה לשילוב כולל 3.12 ריש.

מערכות אלו ורבות אחרות בחברה מנהלות מגוון רחב של נתונים, מתוגדים טבלאים מובנים ועד מודלים גיאומטריים מורכבים, ובطיחות אינטראקטיבית משולבת בתהליכי תכנון, תכנון וניהול הבניה.

- בין אנשי מקצוע בפרויקט הבניה מתבצע חילופי נתונים שונים (3.13. ריש) בדוגמה דיאלוג מפושט
- א) אדריכל": בהתחשב ברצונות הלקוח, הוסיף אוצר מנוחה על הגג. אני עיינו בעיצוב החדש) "נתונים גיאומטריים (מודול -).
- ב) " מהנדס קונסטרוקציה": הפרויקט התקבל. אני מאמין את יכולת הנשיאה של הגג עבור אוצר המנוחה החדש (נתונים מובנים וחצי-מובנים - טבלאות היישוב).
- ג) מנהל רכש": נדרש מפרטים וכמות חומרים עבור אוצר המנוחה, כדי לארגן את הרכישת) "נתונים טקסטואליים (וחצי-מובנים - רשימות ומפרטים).
- ד) מהנדס בטיחות בעבודה: קיבלתי נתונים על אוצר חדש. אני מעריכ את הסיכון ומעדכן את תוכנית הבטיחות (נתונים חצי-מובנים - מסמכים ותוכניות).
- ה) אני מבצע שינויים במודול הכללי של הפרויקט כדי לתקן את המiscalculations העובודה (נתונים BIM: מומחה לדגם (גיאומטריים ונתונים חצי-מובנים).
- ו) מנהל פרויקט: אני כולל את אוצר המנוחה החדש בלוח הזמנים של העבודה. אני מעדכן את לוחות הזמן והמשאים במערכת ניהול הפרויקטים (נתונים מובנים וחצי-מובנים - לוחות זמנים ותוכניות).
- ז) אני מכין נתונים עבור תחזקה עיתידית של אוצר המנוחה וזמן אותו במערכת (FM) מומחה לתחזקה נכסים (ניהול הנכסים (נתונים מובנים וחצי-מובנים - הוראות ותוכניות תחזקה טכנית).



התקשורת בין המומחים מתבצעת הנו ברמת הטקסט והנו ברמת הנתונים 3.13. ריש.

כל מומחה עובד עם סוגים שונים של נתונים, מה שבטיחות אינטראקטיבית ייעילה של הוצאות והצלחה בביצוע הפרויקט הבנת ההבדלים בין נתונים מובנים, חצי-מובנים ולא מובנים מאפשרת להבין את התפקיד הייחודי של כל סוג בתהליכי עסקים דיגיטליים. חשוב לא רק לדעת שיש צורות שונות של נתונים, אלא גם להבין כיצד, היכן ולמה הם מיועדים.

עוד לפני זמן לא רב, הרעיון של שילוב נתונים מסוימים שונים נראה שאפתני, אך קשה לישום. היום - זה כבר חלק מהפרקтика היומיומית. אינטגרציה נתונים עם מבנים שונים הפכה לחלק בלתי נפרד מהארQUITקטורה המודרנית של מערכות מידע.

בפרקים הבאים נבחן בפירוט את הסטנדרטים והגישה המרכזיים המאפשרים לשלב נתונים מובנים, חצי-MOVניים ולא MOVניים ליצוג אחיד ומסודר. תשומת לב מיוחדת תינתן לנתחים מובנים ולמארגני נתונים רלוונטיים - כמנגנוןם העיקריים לאחסון, עיבוד וניתוח מידע בתעשייה הבניה.

נתונים MOVניים

בתעשייה הבניה, מידע מגיע מקורו רבים - שרטוטים, מפרטים, לוחות זמינים ודוחות. כדי לנחל את הזרם הזה ביעילות יש צורך במבנה שלו. נתונים MOVניים מאפשרים לאorgan את המידע בצורה נוחה, קרייה וגישה

מהמומחים בניהול [17], 67% JB Knowledge לפי הדוח השנתי החמישי על טכנולוגיות בנייה של פרויקטים בבניה עוקבים ומעריכים את ביצועי העבודה ידנית או באמצעות גילוונות אלקטטרוניים

הם בשימוש נרחב לאחסון, עיבוד וניתוח מידע. CSV-XLSX אחד מהפורמטים הנפוצים ביותר של נתונים MOVניים הושם ב吉利ונות אלקטטרוניים. ב吉利ונות אלה הנתונים מוצגים בשורות ובטורים, מה שהופך אותם לנוחים לקריאה, עריכה וניתוח.

ZIP ומואחסן באמצעות אלגוריתם XML שנוצר על ידי Microsoft, מבוסס על שימוש במבני XLSX פורמט: **תכונות עיקריות של הפורמט**

תמכה בנוסחאות מורכבות, דיאגרמות ומקרארו ■

אפשרות לאחסן נתונים בלוחות שונים, כמו גם לעצב את המידע ■

אך תואם גם עם חבילות משרדיות אחרות Microsoft Excel אופטימלי לעבודה בסביבה ■

הוא קוביץ טקסט פשוט שבו הערכים מופרדים בפסיקים, נקודתיים או סמלים מפרידים אחרים CSV פורמט: **התירונות העיקריות**

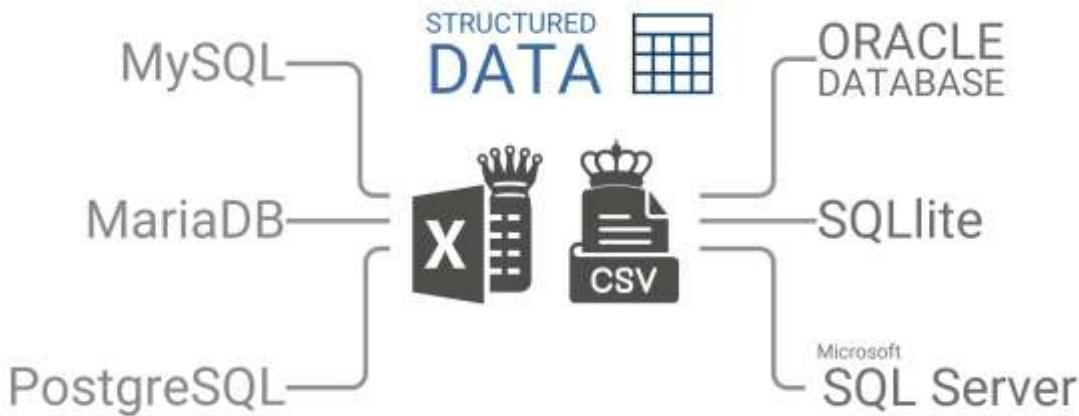
תaimות אוניברסלית עם תוכניות ומערכות הפעלה שונות ■

נוחות ביבוא/ייצוא לbasis נתונים ולמערכות ניתוח ■

קלות עיבוד גם בעורכי טקסט ■

איןנו תומך בנוסחאות ובפורמט, ולכן השימוש העיקרי שלו הוא בהחלפת נתונים בין מערכות ועדיון CSV, עם זאת הפק לכלי פופולרי להעברת נתונים בסביבות CSV, המידע בהמוני. בזכות האוניברסליות והעצמות שלו מפלטפורמות הטרגניות IT.

משמשים כקשר בין מערכות שונות העבודה עם נתונים MOVניים. הם במיוחד מועילים CSV-XLSX שני הפורמטים - במשימות שבהן קרייאות, עריכה ידנית ותאימות בסיסית הם החשובים



המ הקשר בין מערכות שונות העובדות עם נתונים מובנים XLSX ו-CSV פורמטים.

הטרוגניות IT לפורת הפופולרי ביותר להעברת נתונים בסביבות CSV עצמאוות מפלטפורמה עשויה את זה. ובמערכות.

אין מיעדים לחישובים בעלי ביצועים גבוהים או לאחסון ארוך טווה של כמויות גדולות של XLSX ו-CSV, עם זאת פורמטים אלה נבחן בפרק "אחסון נתונים גדולים: ניתוח פופולריים ויעילותם" בחלק התשייעי של הספר.

משמש לרוב למשימות קטנות ואוטומציה של תהליכי שגרתיים. תרחישים מורכבים XLSX עם פורת Excel, למעשה ועד במערכות אלה מאוחסנים ERP, PMIS CAFM, CPM, SCM נתונים מובנים ניהול נתונים, כמו-

-נתונים מובנים שעיליהם מבוססת הארגון ניהול זרמי המידע של החברה. מערכות מידע מודרניות לניהול נתונים, המיעדות לתעשייה הבנייה, מtabססות על נתונים מובנים, מאורגנים בטבלאות ניהול אמין, נרחב ושלם של כמויות גדולות של מידע, מפתחים פוניים למערכות ניהול בסיסי נתונים רלוונטיות (RDBMS).

SQL ושפת השאלות RDBMS מסדי נתונים רלוונטיים

אלו הן מערכות - (RDBMS) לצורך אחסון, עיבוד וניתוח נתונים בצורה ייעילה, געשה שימוש בסיסי נתונים רלוונטיים. אחסון נתונים המארגנות מידע בטבלאות עם קשרים מוגדרים ביניהן

אין רק מידע דיגיטלי; הם מהווים את הבסיס לעסקאות (RDBMS) נתונים המיעדים לבסיסי נתונים. ואינטראקטיבית בין מערכות שונות.

ריש) הנה כמה מהמערכות הניהוליות הרלציוניות הנפוצות ביותר - 3.15:-

MySQL (Linux, Apache, MySQL, PHP/Perl/Python). – אחת מערכות ה-RDBMS (LAMP הפופולריות ביותר, חלק מהסתאק קוד פתוח) בשימוש נרחב בפיתוח אתרים בזכות הפשטות והביצועים הגבוהים שלה.

PostgreSQL (קוד פתוח) – מערכת רלציונית אובייקטיבית חזקה, ידועה באמינותו וביכולות המתקדמות שלה. מתאימה לפתרונות ארגוניים מורכבים.

Microsoft SQL Server – מערכת מסחרית של מיקרוסופט, בשימוש נרחב בסביבות ארגניות בזכות – האינטגרציה עם מוצריהם אחרים של החברה ורמת אבטחה גבוהה.

Oracle Database – אחת מערכות ניהול בסיסי הנתונים החזקה והאמינה ביותר ביותר, בשימוש בעסקים – גודולים וביישומים קרייטיים.

IBM DB2 – מיועדת לתאגידים גדולים, מספקת ביצועים גבוהים ועמידות בפני תקלות –

SQLite (קוד פתוח) – מערכת בסיסי נתונים קלה, מתאימה במיוחד לישומים ניידים ולמערכות עצמאיות CAD (BIM). –

- MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle® Database, IBM® DB2 ו-SQLite – מערכות ניהול בסיסי נתונים פופולריות בעסקי הבניה פועלות עם נתונים מובנים. כל המערכות הללו מציעות פתרונות – 3.21). היקף – הוקם וგמישים לניהול מגוון רחב של תהליכי עסקים ויישומים, מאתר אינטרנט קטנים ועד מערכות ארגניות רחבות (ריש).

היו כ-72% (RDBMS) בשנת 2022 מערכות ניהול בסיסי נתונים רלציוניות, לפי נתוני Statista [48] –

מכלל מערכות ניהול בסיסי הנתונים בשימוש

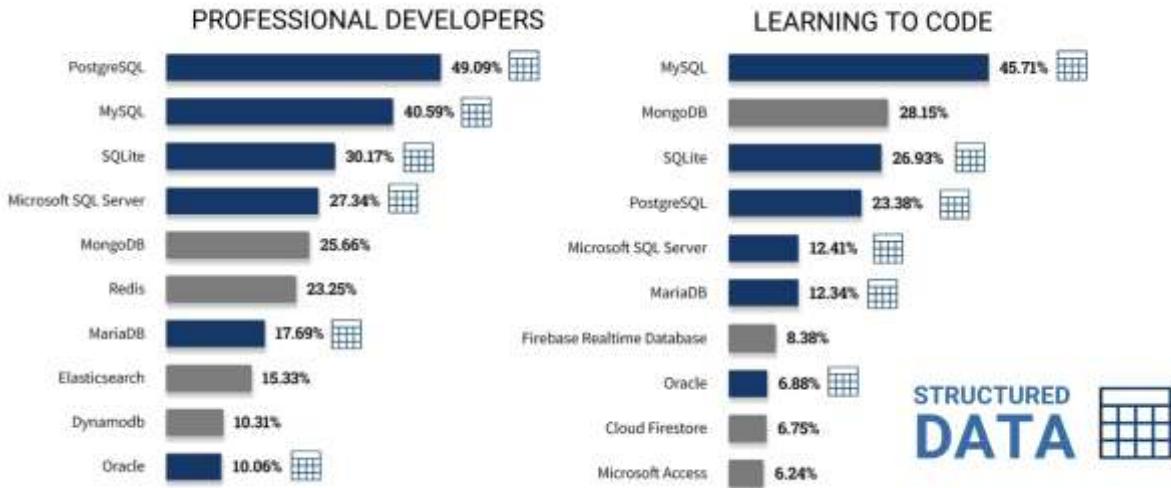
	Rank			DBMS	Database Model	Open Source vs Commercial
	Mar2025	Feb2025	Mar2024			
	1.	1.	1.	Oracle®	Relational, Multi-model	Commercial
	2.	2.	2.	MySQL	Relational, Multi-model	Open Source
	3.	3.	3.	Microsoft® SQL Server	Relational, Multi-model	Commercial
	4.	4.	4.	PostgreSQL	Relational, Multi-model	Open Source
	5.	5.	5.	MongoDB	Document, Multi-model	Open Source
	6.	7.	9.	Snowflake®	Relational	Commercial
	7.	6.	6.	Redis®	Key-value, Multi-model	Open Source
	8.	8.	7.	Elasticsearch®	Multi-model	Open Source
	9.	9.	8.	IBM Db2	Relational, Multi-model	Commercial
	10.	10.	10.	SQLite	Relational	Open Source
	11.	11.	12.	Apache Cassandra®	Multi-model	Open Source
	12.	12.	11.	Microsoft Access®	Relational	Open Source
	13.	13.	17.	Databricks®	Multi-model	Commercial
	14.	14.	13.	MariaDB	Relational, Multi-model	Open Source
	15.	15.	14.	Splunk	Search engine	Commercial
	16.	16.	16.	Amazon DynamoDB	Multi-model	Commercial
	17.	17.	15.	Microsoft Azure SQL	Relational, Multi-model	Commercial

פופולריות השימוש בסיסי נתונים מוכנים (מוסמן בכחול) (כידוג מערכות ניהול בסיסי נתונים) על פי חומרו [49] (ריש.).

התקנת בסיסי נתונים עם קוד פתוח היא פשוטה למדי – אפילו ללא ידע טכני עמוק. מערכות קוד פתוח כמו Windows, macOS PostgreSQL, MySQL SQLite או Linux. כל מה שצריך זה להיכנס לאתר הרשמי שלuproject, להוריד את התקנה ולפעול לפי ההוראות. ברוב המקרים (ריש.) ההתקנה לא לוקחת יותר מ-10–15 דקות. אחת ממיערכות אלו נוצר ונרגם בחלק הרביעי של הספר.

ניתן להקים בסיס נתונים בכמה קליקים – הפלטפורמה תציע לכם תבניות מוכנות לתקנה. בזכות פתיחות Azure), הקוד בסיסי נתונים אלו קלים להתאמה לצרכים שלכם, וקהל המשתמשים הרחב תמיד יוכל לעזור במצבה פתרון לכל בעיה.

האפשרויות לחברות (ריש.) נשארות הבסיס למגוון רחב של יישומי עסקים ופלטפורמות אנלייטיות RDBMS. לאחן, לעבוד ולנתה נתונים בייעילות – קלומר, לקבל החלטות מבוססת ובזמן



על אילו בסיסי נתנו הם השתמשו בשנה שבעה (הגדול ביותר IT הפורום) **StackOverflow** (סקר מפתחים ב-3.16 ריש).
[50] על פיל הומרי (מודגשות בכתול RDBMS) ואילו הרם רוצחים להשתמש בשנה הבאה.

RDBMS – מספקות אמינות, עקביות נתונים, תמיכה בעסקאות ומשתמשות בשפת שאלות עצמתית SQL ה名为צאת בשימוש נרחב באנגלטיקה ומאפשרת לקבל, לשנות ולנהה בקלות מידע (Structured Query Language).

בסיס נתונים ומוגמות חדשות SQL שאילתות

המצאת בשימוש בסיסי נתונים רצויים, בהשוואה לשיטות ניהול מידע (כגון, SQL) היתרון המרבי של שפה הוא התמיכה בנפחים גדולים מאוד של נתונים עם מהירות (Excel באמצעות גיליונות אלקטרוניים קלאסים כמו גבואה בעיבוד שאלות).

היא שפת תכנות מיוחדת לאחסון, עיבוד וניתוח מידע בסיסי (SQL) שפת שאלות מובנית המשמשת ליצירה, ניהול וגישה נתונים, ומאפשרת למצוא, לסנן, לאחד ולאגד SQL. נתונים רצויונים מידע בזורה יעליה. היא משתמשת ככלי מרכזי לגישה נתונים, ומספקת דרך נוחה ומוסדרת לתקשורתם מאגרי מידע.

עbara דרך מוצרים וחברות משמעותיות כמו SEQUEL-SQL האבולוציה של מערכות Oracle, IBM DB2, Microsoft SQL Server, SAP, PostgreSQL ו-MySQL SQLite-MySQL ו-MySQL MariaDB. SQL מה שהופך את העבודה עם נתונים ליותר ניתנת להרחבה, בטוחה, Excel-MySQL מספקת אפשרות עבודה עם טבלאות שאין ב-MySQL.

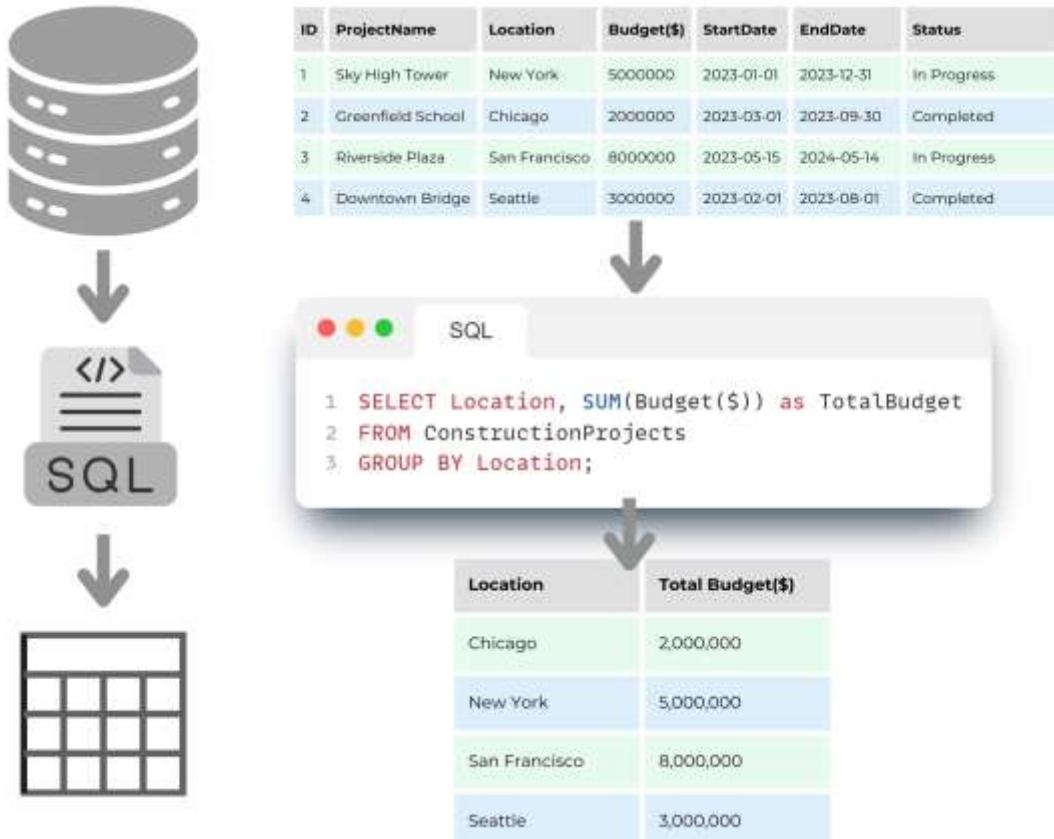
שימוש כמויות גדולות של מידע דורש פעולות שאילתות מורכבות עם סינון, מיון ואיחוד טבלאות ב-

-ידניות או מאקרו מוחדים, מה שמאט את התהליך ומאביר את הסיכון לטיעויה

אפשרה להפריד זכויות גישה לנוחים עבור משתמשים שונים, ו מגבילה את SQL (DCL) בקרת גישה

לעומת זאת, הגישה היא או כלית (בעת העברת הקובץ) או Excel-האפשרות לעורך או לצפות מיד. ב-

דורשת הגדרות מורכבות עם חלוקת זכויות דרך שירותים בענן



שימוש מהיר, קיבוץ ואגוד באמצעות מספר שורות קוד לעיבוד אוטומטי של נתונים: SQL-ב-DML-דוגמה ל-

מקלה על העבודה עם נתונים במבנה הוויזואלי והאנטואיטיבי שלו. עם זאת, ככל שכמות הנתונים גדלה Excel, יש גם מגבלות על כמות הנתונים שניתן לאחסן – מקסימום מיליון שורות Excel-ירודים. לעומת הביצועים של Excel מעדיף עבור ויזואלייזציה ומיניפוליזיות עם Excel-הביטחונות יורדים הרבה לפני הגעה לגבול זהה. לכן, במקרים מסוימים יותר SQL, כמוות קטנות של נתונים, עבור עבודה עם כמויות גדולות של נתונים.

המהווים (Columnar Databases), השלב הבא בהפתחות נתונים מובנים היה הופעת בסיסי נתונים عمودתיים. החלופה לבסיסי נתונים רלציוניים מסורתיים, במילוי אחד כשר מדויק בكمויות גדולות מאוד של נתונים והישובים אנלטיים בנויגוד לבסיסי נתונים בשורות, שבהם הנתונים מאוחסנים בשורות, בסיסי נתונים عمודתיים המידע רשום בעמודות: בהשוואה לבסיסי נתונים קלאסים, זה אפשר

צמצום נפח האחסון בזכות דחיסה ייעילה של נתונים דומים בעמודות

האצת שאילתות אונלייניות, מכיוון שוקראים רק העמודות הנדרשות, ולא כל הטבלה

ומאגרים של נתונים, לדוגמה, בארכיטקטורת Big Data Big Data Lakehouse. ■

כמו גם על יצרת מאגרי Pandas DataFrame, Apache Parquet, HDF5, על בסיסי נתונים עמודתיים פורמט "DataFrame": – על בסיסם למטרות ניתוח ועיבוד נתונים נדבר בפרק הבאים של ספר זה Data וארכיטקטורת DWH מאגרי Apache Parquet: אוניברסלי לנתונים טבלאים ופורמטי אחסון נתונים ועבודה עם Data Lakehouse".

נתונים לא מובנים

למרות שרוב המקרים הנתונים המשמשים באפליקציות ובמערכות מידע הם בצורה מובנית, רוב המידע המיצר בתהום הבניה מוצג בצורה של נתונים לא מובנים - תמונות, סרטונים, מסמכים טקסטואליים, הקלטות אודיו ותמונות תוכן אחרות. זה במיוחד רלוונטי בשלב הבניה, הפעול והפיקוח הטכני, שם המידע הוויזואלי והtekסטואלי שלו

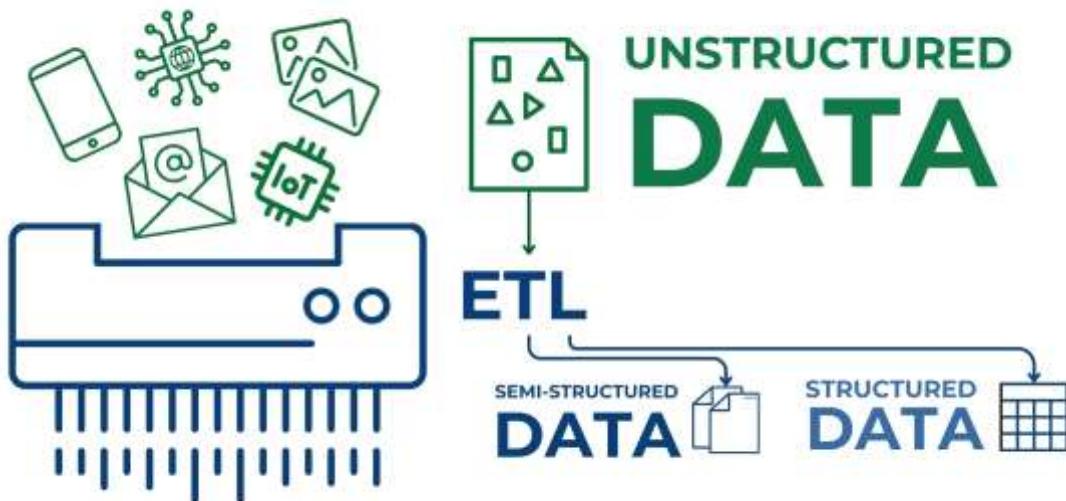
נתונים לא מובנים הם מידע שאין לו מודל או מבנה שנקבע מראש, ואינם מאורגנים בשורות ועמודות מסורתית, כמו בסיסי נתונים או בטבלאות.

באופן כללי, ניתן לסוג נתונים לא מובנים לשתי קטגוריות ■

: נתונים לא מובנים המיוצרים על ידי בני אדם, הכוללים סוגי נתונים של תוכן שנוצר על ידי בני אדם מסמכים טקסטואליים, מיילים, תמונות, סרטונים ועוד ■

נתונים לא מובנים המיוצרים על ידי מכונה נוצרות על ידי מכשירים וחישונים: אלו הם קבצי יומן, נתונים ודוגמאות אחרות של מידע תלמידי באתר הבניה (IoT) תוצאות עבודה של האינטרנט של הדברים, GPS ■

בניגוד נתונים מובנים, המאורגנים בנוחות ובסיסי נתונים, נתונים לא מובנים דורשים שלבים נוספים של עיבוד לפני שהם משתמשים במערכות מידע. השימוש בטכנולוגיות לאיסוף, ניתוח והמרת נתונים כ אלה פותח הזדמנויות חדשות לשיפור הייעילות בבנייה, צמצום טעויות ומצורע השפעת הגורם האנושי.



עיבוד נתונים לא מובנים מתחילת המרתם לנתונים חצי-МОבנים וМОבנים.

נתונים לא מובנים מהווים עד 80% מכל המידע, שבו נתקלים אנשי מקצוע בחברות, ולכן נבחן בפירוט עם דוגמאות את סוגיהם ועיבודם בפרקם הבאים של הספר לשם נוחות הדין, נפריד את הנתונים הטקסטואליים לקטגוריה נפרדת. למרות שהם סוג של נתונים לא מובנים, החשיבות והנפיכות שלהם בתחום הבניה דורשת תשומת לב מיוחדת.

נתונים טקסטואליים: בין כאוס לא מובנה למבנה

נתונים טקסטואליים בתחום הבניה מכיסים מגוון רחב של פורמליטים וסוגי מידע, החל מסמכים מודפסים ועד שיטות תקשורת לא פורמליות, כמו מכתבים, שיחות, התכתבויות עכowa ופגישות בעל פה באתר הבניה. כל הנתונים הטקסטואליים הללו נשאים מידע חשוב לניהול פרויקטי בנייה - מפרט החלטות פרויקט ושינויים בתוכניות ועד דיוונים על בעיות בטיחות ומ"מ עם קבלנים ולקוחות



נתונים טקסטואליים, אחד מסוגי המידע הפופולריים ביותר בשימוש בתקשורת בין משתתפי הפרויקט.

Word מידע טקסטואלי יכול להיות גם פורמלי וגם לא מובנה. נתונים פורמליים כוללים מסמכים בפורמט נתונים לא פורמליים כוללים התכתבויות.(.txt). וכן קבצי טקסט של פרוטוקולי ישיבות (.doc,.docx, PDF,

כמו גם הקלטות אודיו של דינמים (Teams, Zoom, Google Meet), במסגרים ובמיילים, תמלילים של ישיבות אשר דורשים המרה לテקסט (.mp3,.wav).

אך אם מסמכים כתובים, כגון בקשות רשותות, תנאי חוזים והודעות דוא"ל, בדרך כלל כבר יש להם מבנה מסוים, אז הודעות בעל פה והתקינות עבודה לעיתים קרובות נשארות לא מוכנות, מה שמקשה על ניתוחן וıntגרצייתם של הלקוחות.

המפתח לניהול ייעיל של נתוני טקסט הוא המרתם לפורמט מובנה. זה מאפשר אינטגרציה אוטומטית של המידע המעובד במערכות קיימות שכבר פועלות עם נתונים מוכנים.



המרת תוכן טקסטואלי לנתונים מוכנים **3.110**.

תהליך זה כולל בדרך (3.110) כדי להשתמש ביעילות במידע טקסטואלי, יש להמיר אותו אוטומטית לצורת מובנה: כל מספר שלבים

■ המרת תומנות של מסמכים וشرطיות לפורמט קריא על ידי מכונה - (OCR) זיהוי טקסט

■ זיהוי אוטומטי של פרמטרים מרכזיים (תאריכים, סכומים ומספרים הקשורים - (NLP) ניתוח טקסט (לפרויקט).

■ סיווג נתונים - חלוקת מידע לקטגוריות (פיננסים, לוגיסטיקה, ניהול סיכוןים)

לאחר זיהוי וסיווג, הנתונים המובנים כבר יכולים להיות משולבים בסיסי נתונים ולהיות בשימוש במערכות אוטומטיות לדיווח וניהול.

נתונים חזי-מובנים ונתונים עם מבנה חלש

נתונים חזי-מובנים מכילים רמה מסוימת של ארגון, אך אין להם מבנה או תבנית מחמירים. למרות שמידע כזה כולל אלמנטים מוכנים (כגון: תאריכים, שמות עובדים ורישות משימות שביצעו) (פורמט ההצגה יכול להשתנות באופן משמעותי בין פרויקטים שונים או אפילו בין עובדים שונים. דוגמאות לנתונים כאלה כוללות יומי עבודה, דוחות על עבודה שבוצעה ולחות זמניות, שיכולים להיות מוצגים בפורמטים שונים).

נתונים חזי-מובנים קלים יותר לנתחה מאשר נתונים לא מוכנים, אך הם דורשים עיבוד נוסף כדי להשתלב במערכות ניהול פרויקטים סטנדרטיות.

עבודה עם נתונים חצי-МОBנים, המאפיינים את המבנה המשתנה באופן קבוע, מזכה קשיים משמעותיים זה נובע מכך שהשינוי במבנה הנתונים דורש גישות פרטניות נפרדות לעיבוד וניתוח של כל מקור נתונים חצי-МОBנים.

אך אם העבודה עם נתונים לא MOBנים דורשת מאיצים רבים, אז עיבוד נתונים חצי-МОBנים יכול להתבצע באמצעות שיטות וכליים יחסית פשוטים.

נתונים חלשים-МОBנים הם מונה כללי יותר שמתאר נתונים עם מבנה מינימלי או חסר. לרוב מדובר במסמכים טקסטואליים, צ'אטים, הודעות דוא"ל, שבהם מופיעים נתונים מטא (בודדים) (כגון תאריך, שולח)

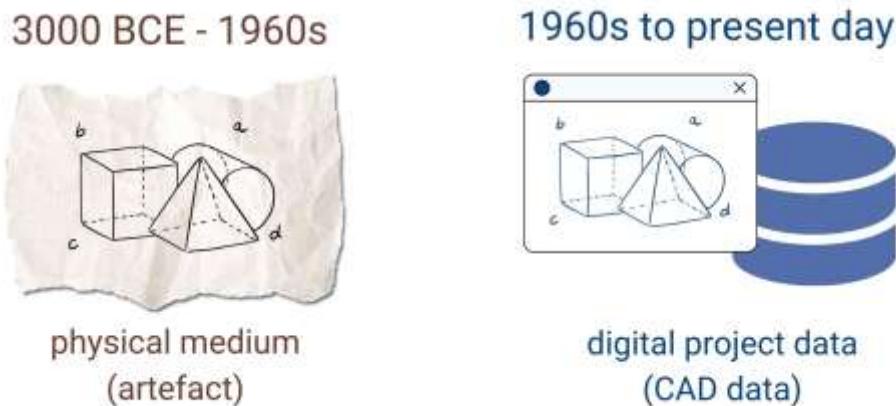
אך רוב המידע מוצג בצורה כאוטית.

- בענף הבניה נתונים חלשים-МОBנים מופיעים בתהליכיים שונים. לדוגמה, הם עשויים לכלול:
- **חשיבות עליות והצעות מסחריות** - טבלאות עם נתונים על חומרים, כמות ועלות, אך ללא פורמט אחיד
- **המיכלים הערות טקסטואליות ונתוני מטא**, אך, PDF DWG או שרטוטים וסכמות הנדסיות - קבצים בפורמט
- **ללא מבנה קבוע**.
- **או מערכות אחרות, שיכולים לסייע בעבודת נתונים** - נתונים מ-MS Project, Primavera P6
- **להיות בעלי מבנה ייחודה** שונה.
- **מיכלים אלמנטים של מבנה, אך הצגת הנתונים תלוייה בתוכנה ובתקן של – (BIM מודלים של)** CAD הפרויקט.

CAD נתן לסוג גם נתונים חצי-МОBנים. עם זאת, את נתונים CAD נתונים גיאומטריים המיוצרם על ידי מערכות הגיאומטריים מסווג נפרד, מכיוון שהם, כמו נתונים טקסטואליים, יכולים לעיתים קרובות להיחשב בתהליכיים של (BIM) (3.111). החברה מסווג נפרד של נתונים.

נתונים גיאומטריים והשימושים שלהם

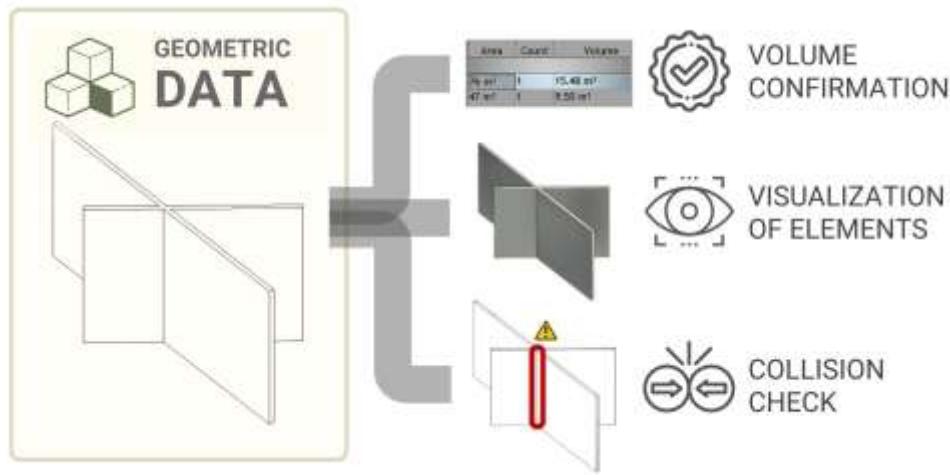
אם מטא-נתונים על אלמנטים של הפרויקט כמעט תמיד נשמרים בצורה של טבלאות, בפורמטים MOBנים או חצי-МОBנים (איך) CAD או נתונים גיאומטריים של אלמנטים של הפרויקט ברוב המקרים נוצרים באמצעות כלים מיוחדים או גופים גיאומטריים (2D) המאפשרים להציג בצורה מפורטת את אלמנטים של הפרויקט כט של קווים, (3D).-



סיוו להעבר מידע גיאומטרי מקורות פיזיים לצורה מסדי נתונים CAD כלים של 3.111 איור.

בעובדה עם נתונים גיאומטריים בבנייה ובאדרכילות ניתן להבחן בשלוש תחומי יישום עיקריים של נתונים גיאומטריים (3.112 איור):

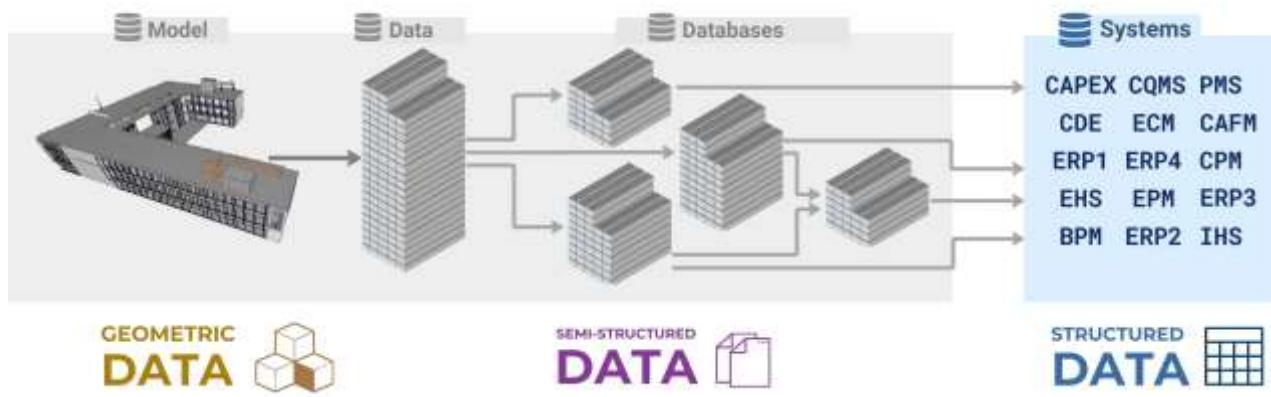
- **בעזרת ליבות גיאומטריות (BIM) CAD** אישור נפחים: נתונים גיאומטריים, המוצרים בתוך תוכנות מיוחדות, נוחצים לקביעת נפחיהם ומיצווות של אלמנטים של הפרויקט באופן אוטומטי ומדויק. נתונים אלה כוללים שטחים, נפחים, אורכיים ואטריבוטים חשובים אחרים, הנדרשים לתכנון, הכננת תקציב והזמנה משאבים וחומרים.
- **וויואלייזציה של הפרויקט**: במקרה של שינויים כלשהם בפרויקט, ויזואלייזציה של אלמנטים מאפשרת לייצור באופן אוטומטי שרטוטים מעודכנים במישורים שונים. ויזואלייזציה של הפרויקט בשלבי הראשוניים מאפשרת להזין את ההבנה הגדית בין כל המשתתפים, כדי לחסוך זמן ומשאבים במהלך הבניה.
- **בדיקות התנגשויות**: בפרויקטים בנייה והנדסה מורכבים, שבהם האינטראקציה של מספר קטגוריות של אלמנטים (כגון צינורות וKirot) (לא "קונפליקטים גיאומטריים" היא קריטית, בדיקת התנגשויות משחקת תפקיד מרכזי. השימוש בתוכנה לגילוי התנגשויות מאפשר לזרח מראש קונפליקטים גיאומטריים פוטנציאליים בין אלמנטים של הפרויקט, ובכך למנוע טויות יקרות במהלך הבניה.
- **מאז ומעולם**, עם הקמת משרדי ההנדסה והעיצוב, מאז בניית המבנים המורכבים הראשונים, מהנדסי העיצוב סייפו או בפורמטים "A0" מידע גיאומטרי בצורה של שרטוטים, קווים ואלמנטים גיאומטריים שטוחים (על פפיורים, נייר במשך אלף שנים, בעורת סרגלים, 3.111 איור) שעלה בסיסם מנהלי עבודה ומערכות DWG, PDF, PLT, - ומעגלים, אספו את הנפחים האטוריובוטיביים או את כמות האלמנטים וקובוצות האלמנטים



הגיאומטריה היא הבסיס לקבלת פרמטרים נפחים של אלמנטים, אשר לאחר מכן משמשים לחישוב עלויות ולוחות 3.112 איור.

היום, משימה ידנית ומיגעת זו נפתרת על ידי אוטומציה מלאה הוזלת להופעת המודלים התלת-ממדיים בכלים המודרניים המאפשרת באופן אוטומטי, בעזרת ליבת גיאומטריה מיוחדת, לקבל אטריבוטים נפחים של כל אלמנט CAD (BIM) של מבלי הצורך לחשב פרמטרים נפחים ידנית.

מאפשרים גם לסוג ולטולג את רכיבי הפרויקט, כך שניתן להוציא מהמגר של הפרויקט CAD הכלים המודרניים של TABLET CO2 (3.113 איור) מפרט לשימוש במערכות שונות, לדוגמה, להערכת עלויות, הכנת לוחות זמינים או חישוב ".ונפחים, כמו גם על דוגמאות מעשיות נדרב בפרק "渴別 נפחים ויחסוב כמותי QTO על קבלת המפרטים, TABLET



שומרים נתונים במאגרי נתונים, המיועדים לאינטגרציה ואיינטראקציה עם מערכות אחרות CAD (BIM) איור 3.113 כלים של

הנתונים הגיאומטריים שנוצרים בפתרונות CAD בשל סידור המאגרי נתונים והפורטטים שבהם משתמשים בסביבה למשזה הפכו לסוג מידע נפרד. הוא משלב הן את הגיאומטריה של הרכיבים והן את המידע המתה (מבנה או חזית-מבנה), (הכלול בקבצים ובפורטטים מיוחדים).

מעיצוב ועד אחסון נתונים: CAD נתוני

עןעל הגיאומטריה אלא גם על תכונות הקשורות לאובייקטים. הנה הפורמטים הנפוצים ביותר:

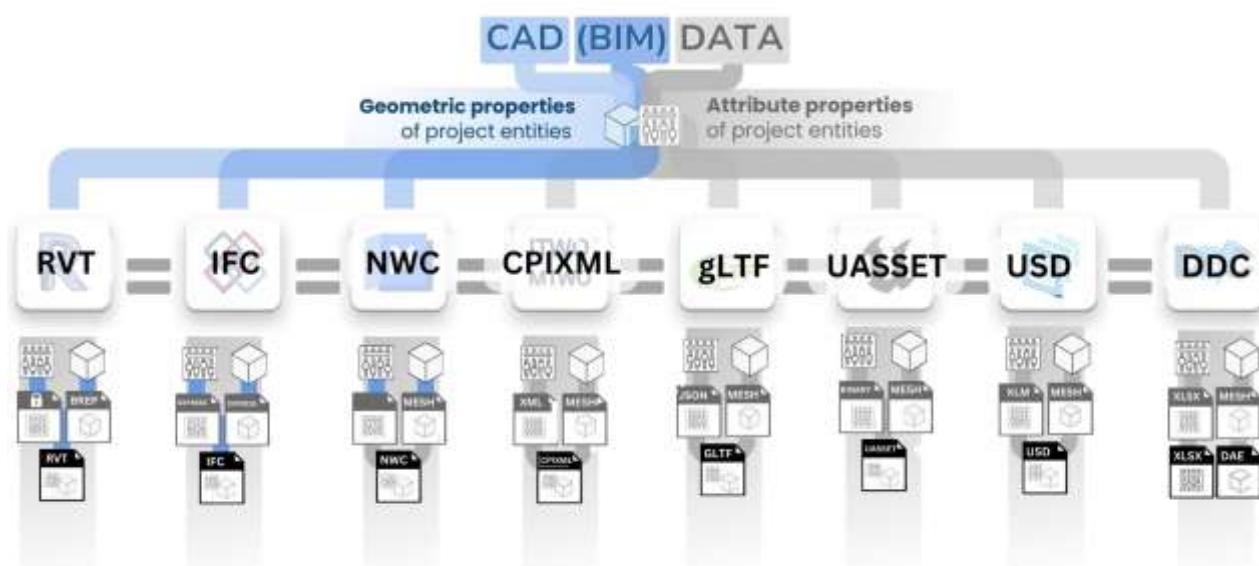
DWG – פורמט קובץ בינהרי, המשמש לאחסון נתונים פרויקט דו-ממדים (ולעתיתם נדרות תלת-ממדים (ומטא- נתונים.

מכיל גיאומטריה, שכבות ונתוני CAD בין מערכות 2-3D פורמט טקסט להחלפת שרטוטים 2 ו-3D.

כולל גיאומטריה תלת-ממדית, תוכנות רכיבים, קשרים, CAD פורטט בינהרִי לאחסון מודלים של – RVT ופראותריה של הפרויקט

כולל גיאומטריה, תכונות CAD (BIM). פורמט טקסט פתוח להחלפת נתוני בנייה בין מערכות – IFC או ריבויות ומודיע על הקשרים ביניהם

למרות שהם שונים במטרתם וברמת הפתיחה (איור 3.114), יכולים יוצרים ליצג את אותה מודל מידע של DAE. הפרויקט בצרות שונות. בפרויקטים מורכבים פורמטים אלו משמשים לעיתים במקביל – מהרטוט ועד לתיאום מודלי גברוייטים



3.114 CAD-FOURMATES FAMILIES או **BREP MESH**, מתארים את הגיאומטריה באמצעות פורמלרים לאחסן מידע מושגifs ונוספים להם הונחי תכונה.

כל הפורמטים המפורטים לעיל מאפשרים לאחסן נתונים על כל רכיב בפרויקט הבניה ובכל הפורמטים המוזכרים קיימים שני סוגי נתונים מרכזויים:

פרמטרים גיאומטריים – מתחאים את האורכה, נפחיהם וroperties של האובייקט. הגיאומטריה ומספרה יידרגו

CAD (BIM); בפירוט בחלק השישי של הספר, המוקדש לפתרונות

תכונות תכונה – מצלות מידע מגוון: על חומרים, סוג רכיבים, מאפיינים טכניים, מזהים ייחודיים ותכונות אחרות שעשוות להיות לרכיבי הפרויקט.

בפרויקטים מודרניים, נתוני התכונה מקבלים חשיבות רבה, שכן הם קובעים את המאפיינים התחפוליים של האובייקטים אפשריים לביצוע חישובים הנדסיים, חישובי עלויות וספקים אינטראקטיבית רציפה בין המשתתפים בתכנון, בבנייה: ובתפעול. לדוגמה.

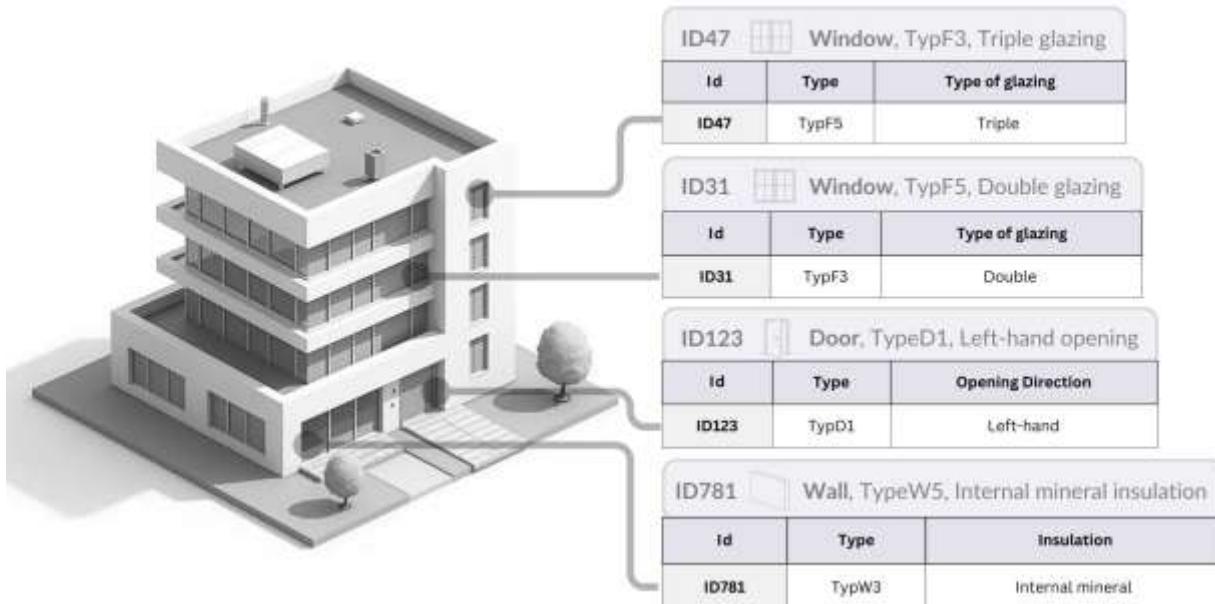
■ (3.21 איור) עבור חלונות ודלתות מצוינים: סוג הבניה, סוג החזוכיות, כיוון הפתיחה.

■ עבור קירות נרשמת מידע על החומרים, בידוד תרמי ותכונות אקוסטיות

■ עבור מערכות הנדסיות נשמרם פרמטרים של צינורות, ערוצי אויר, מסלולי כבליים וחיבוריהם שלהם

עצמם והן בסיסי נתונים חיצוניים - כתוצאה מייצוא, המרה CAD-(BIM) פרמטרים אלו יכולים להישמר הן בתוך קבצי במציאות כלים של הנדסה הפוכה. גישה זו מקלה על אינטגרציה של מידע CAD או גישה ישירה למבנים הפנימיים של פרויקט עם מערכות ופלטפורמות ארגניות אחרות.

היא תהליך של חילוץ וניתוח המבנה הפנימי של מודל דיגיטלי (BIM) הנדרשה בהקשר של במטרה לשחזר את הלוגיקה שלו, מבנה הנתונים ותלותם ללא גישה לאלגוריתמים המקוריים או לתיעוד.

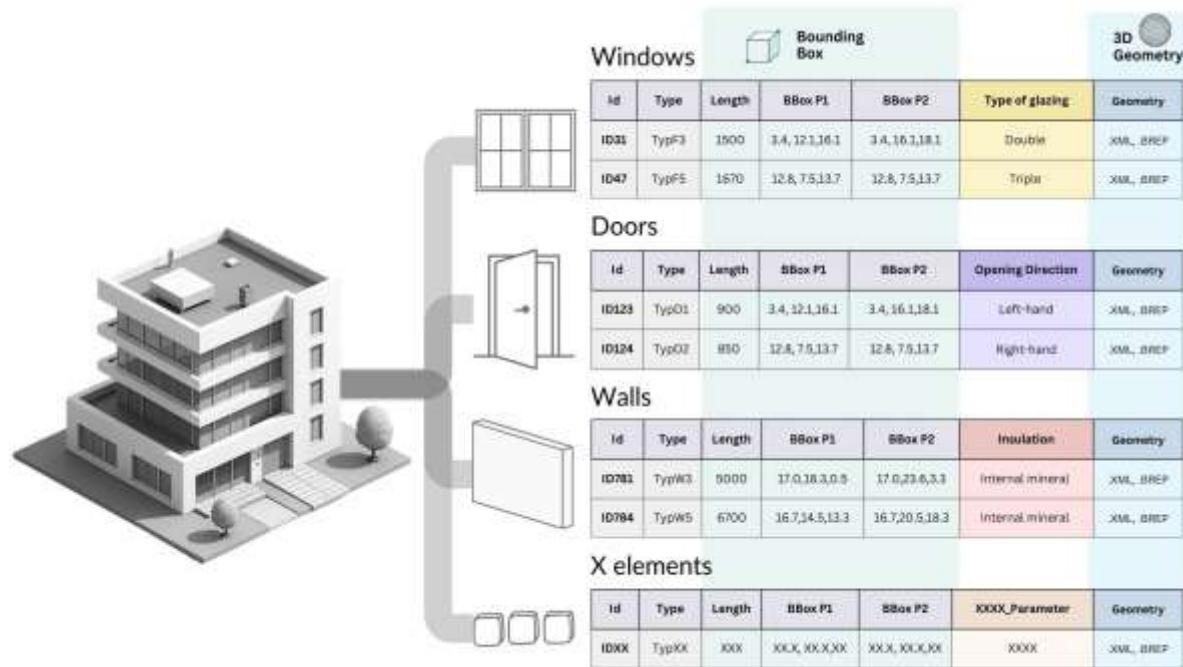


אלמנט הפרויקט, בנוסף לתיאור הגיאומטריה הפרמטרית או הפליגונלית, מכיל מידע על פרמטרים ותכונות של 3.115 אייר.

בסיום של דבר, סביר כל אלמנט מתהווה סט ייחודי של פרמטרים ותכונות, הכלול הן תכונות ייחודיות של כל אובייקט (למשל, מזהה ומידות) והן תכונות כלליות עבור קבוצות אלמנטים. זה מאפשר לא רק לנתח אלמנטים-ישויות בודדים במערכות הפרויקט, אלא גם לאחד אותם לקבוצות לוגיות, שיכולה לשמש אנשי מקצוע אחרים למשימותיהם וחישוביהם במערכות

ובבסיסי נתונים.

היא אובייקט קונקרטי או מופשט מהעולם האמיתי, שנitin להבחן בו, לתאר (entity: באנגלית) ישתאותו ולהציגו כנתונים.

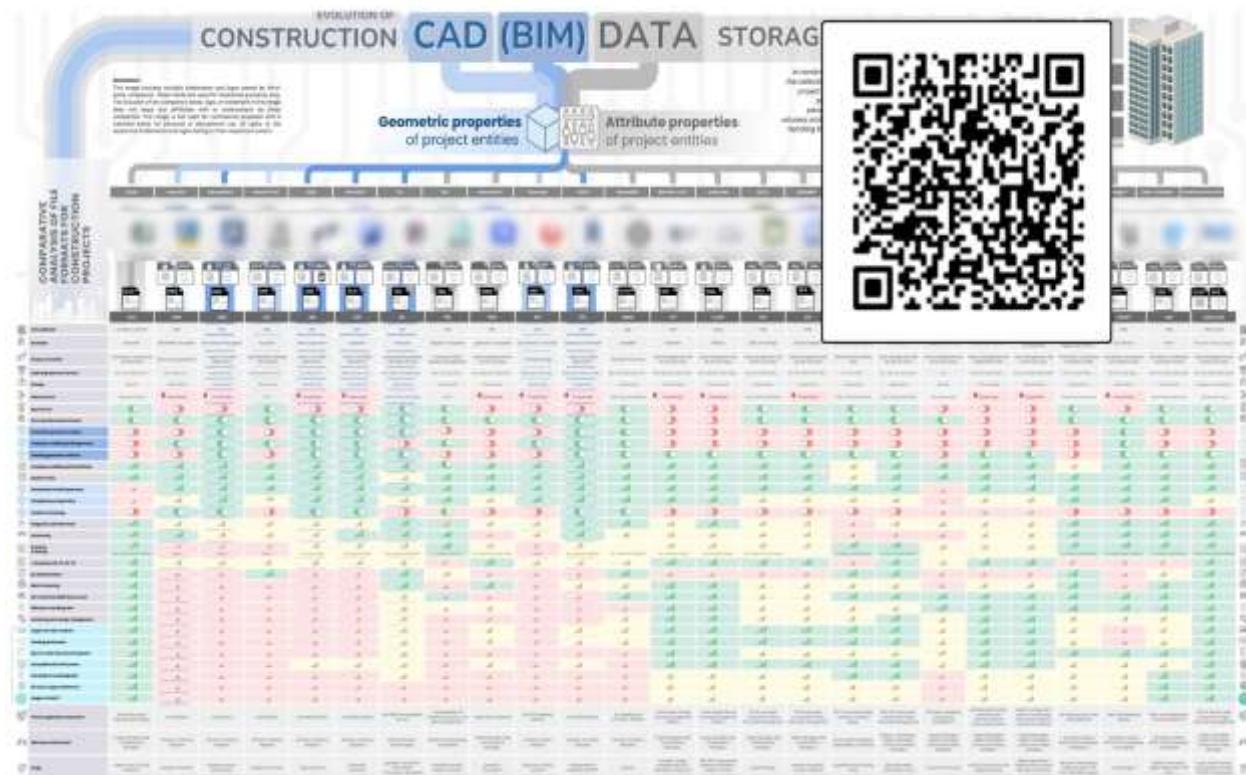


כל אלמנט בפרויקט מכיל תכונות, אשר או נרשומות על ידי המהנדס או מחושבות בתחום תוכנת CAD.

המפשטים את ייצרת CAD (BIM) בעשורים האחרונים, בתחום הבניה הופיעו מספר רב של פורמטים חדשים של אחסון והעברת נתונים. פורמטים אלו עשויים להיות סגורים ופתוחים, טבלאים, פרמטריים או גרפיים. עם זאת, המגוון והפיצול שלהם מחייבים באופן משמעותי על ניהול הנתונים בכל שלבי חיי הפרויקט. טבלת השוואת הפורמטים -
הגרסה המלאה זמינה באמצעות קוד (3.117 QR).

ומנהיים, שתפקידם הוא לפקה (BIM) נתונים למנהלי CAD כדי לפתחם בעיות של אינטראופרibility וגישה לנתוני במערכות אחרות CAD (BIM) על הייצור, לבדוק את איכות הנתונים ולשלב חלקו נתונים.

עם זאת, בשל סגירות ומורכבות הפורמטים, קשה לאוטומט את התהילה זהה, מה שמאלץ את המומחים לבצע רבות מהפעולות ידנית, ללא אפשרות לבנות תהליכי זרימה מלאים לעיבוד נתונים (pipeline).



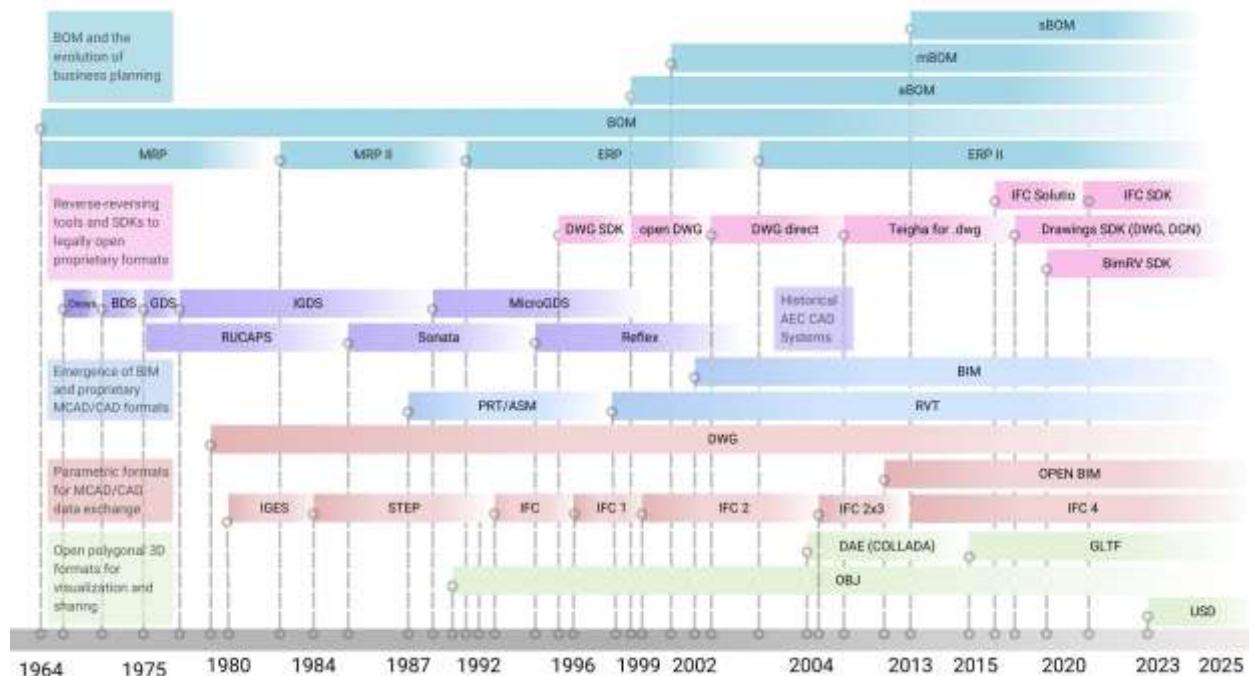
[53] טבלת השוואת הפורמטים העיקריים של נתונים, שבהם נשמרת מידע על אלמנטים של הפרויקט 3.117 אירר.

כדי להבין מדוע קיימים כל כך הרבה פורמטים שונים של נתונים, ומדוע רובם סגורים, חשוב להעמיק בתהליכי מה שיתואר בפירוט בחלק השישי של הספר, CAD (BIM) המתרכזים בתחום תוכנות (מודל מידע בנייה) CAD כקונספט שכבה מידע נוספת, המתווספת לגיאומטריה, הוצאה על ידי מפתחי מערכות מונח שיווקי, המתקדם באופן פעיל בתחום הבניה מאז 2002 - [54].

בתהליכי CAD-והשימוש ב BIM הופעת המושג

משנת 2002, נוצר הודות Whitepaper BIM שהוזג לראשונה במסמך, (BIM) מושג המידול המידע של בניינים והפך לניסיון להתאים CAD הוא נבע מיזמות שיווקיות של מפתחי תוכנות CAD. ליוזמות שיווקיות של יצרני תוכנות עקרונות שכבת הוכיחו את עצמן בהנדסת מכונות לצרכים של תעשיית הבניה.

מפורט הרכיב המוצר, שהוא בשימוש פעיל - BOM (Bill of Materials) היה המושג BIM מקור ההשראה עבור ניהול) PDM עם מערכות CAD אפשר לחבר נתונים מערכות BOM, בתעשייה מאז סוף שנות ה-80. בהנדסת מכונות מה שאפשר ניהול כולל של מידע הנדסי לאורך כל מחזור חי (ERP)- ניהול מחזור חי מוצר (ו PLM), (נתוני מוצר - המוצר



.פורמטים דיגיטליים בתעשייה הבניה ההנדסית (BIM) מידול מידע (BOM) ריש. 3.118. אבולוציה של מפרטים

הכולל לא רק XBOM (Extended BOM) - הביאה להופעת מבנה מורחב BOM-ההתפתחות המודרנית של מושג ה-XBOM. את הרכיב המוצר אלא גם תרחישי התנהגות, דרישות תפעול, פרמטרים של מידע ונתונים לניטוח חזוי (Single Source of Truth) בבנייה: שני הגישות שואפות להפוך את המודל הדיגיטלי למקור מידע מהימן BIM למשזה את אותה תפקיד כמו עברו כל המשתתפים בפרויקט לאורך כל מחזור חי האובייקט (Source of Truth).

שהותאם במילוי (MCAD) הפרמטרי הראשון בשנת 2002-CAD 2002-BOM-בבנייה היה הופעתהXBOM-שלב מפתח בהופעתה המהכנית להנדסת מכונות MCAD מערכת - Pro-E® לתשתיות הבניה. הוא פותח על ידי צוות, שיצר קודם לכן את שהופעה כבר בסוף שנות ה-80 והפכה לסטנדרט בתעשייה.

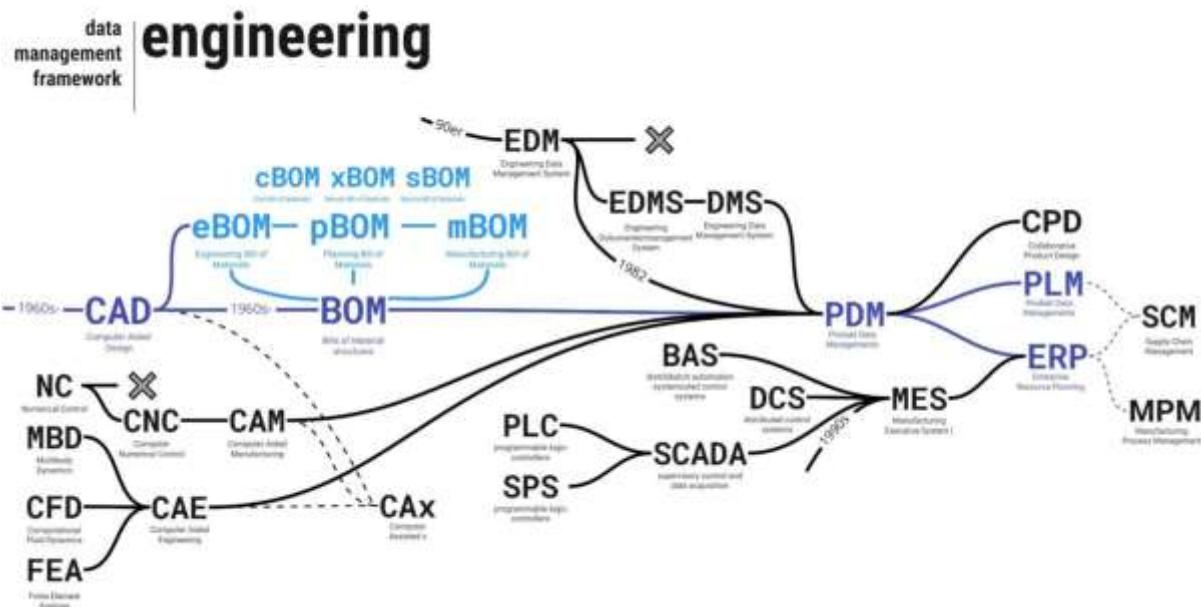
של אז. המשימה העיקרית CAD כבר בסוף שנות ה-80, המטרה הייתה להסיר את המגבילות שהיו קיימות בתוכנות הייתה להפחית את עליות העבודה הנדרשות לשינויים בפרמטרים של רכיבי הפרויקט ולאפשר עדכון המודל על בסיס דרך נתונים. תפקיד מרכזី בכך היה הפרמטריזציה: קבלת אוטומטית של מאפיינים CAD נתונים מחוץ לתוכנות מסד הנתונים ושימוש בהם לעדכון המודל בתוך מערכות CAD.

העומד בבסיסו, השפיעו רבות על התפתחות שוק, BOM והמושג של מידול פרמטרי של רכיבים עם Pro-E במשך 25 שנה, המודל הזה היה בתעשייה, ורבות מהמערכות המודרניות הפכו זה CAD-MCAD.

ליורשות הקונספטואליות שלו.

המטרה היא ליצור מערכת שתיה גמישה מספק כדי לעודד מהנדס לשקלול בклות מבנים שונים. ועליות החינויים המשורתיות מגבלות באופן לא מיידי CAD/CAM בפרויקט צרכות להיות קרובות ככל האפשר לאפס. תוכנות Parametric את החינויים הווים רק בשלב הראשון ביותר של תהליך התכנון. סמואל גינזברג, מייסד חברת Technology Corporation® MCAD Pro-E מפתח המוצר CAD, ומורה למשך המוצר RVT.

הן משகאות תפקיד PDM, PLM, MRP ו-ERP. בתעשייה ההנדסה המכנית הפלטפורמות המרכזיות הפכו למערכות ומאוגננות את הפעולות CAx (CAD, CAM, CAE) מרכזיות בניהול נתונים ותהליכי אוסף מידע מערכות אינטגרציה כזו מאפשרת (BOM: eBOM, pBOM, mBOM) הפרויקטית על בסיס מבנה המוצר להפחית את מספר השגיאות, להימנע מהכפלת נתונים ולספק מעקב רציף בכל השלבים - מעצב ועד ייצור.



והעברתם למערכות ניהול CAx התפתחה היסטורית בשנות ה-60 כדרך לארגון נתונים מערכות BOM-ה 3.119 איור.

BOM, לשעבר ומובוס על גישת Pro-E על ידי אחד מהספקים המובילים, שפותח על ידי צוות CAD רכישת פתרון (בשנים 2002–2003) [60][61]. כבר מאמצע Whitepaper BIM צינה פרטום כמעט של סדרת מסמכי בתעשייה הבנייה, מה שהוביל באופן ניכר את העניין בתוכנה BIM-BIM-שנות ה-2000 החלה קידום פעיל של מושג ה- Pro-E, שהוקדם על ידי ספק זה Pro-E - CAD פרטירית. הופולריות עולתה כל כך מהר, שהפרק הבנייתי של עד תחילת שנות ה-2020 הוא הפק (3.120) למעשה הדיח מתחרים בתחום התכנון הארכיטקטוני והבנייה BIM (CAD) [62].-



-לישuber עם תמיכה ב Pro-E פרטורי, שנוצר על ידי צוות CAD מול IFC (CAD מול RVT): CAD הפופולריות של חיפוש בגוגל 3.120 איש. צבר פופולריות כמעט בכל המדינות בעולם.

צבר מספר רב של פרשנויות, שהרב-משמעות שלן נובעת מהקונספטי BIM במהלך 20 השנים האחרונות, המונח שישייק תפקיד חשוב בפולקלריזציה של ISO 19650 השיווקיים הראשונים שהופיעו בתחילת שנות ה-2000. התקן גישה "מבוססת מידע" לניהול מידע. עם זאת, בטקסט של התקן, המוקדש לניהול נתונים BIM-המונה, למעשה קיבע את האמם מוזכר, אך לא מקבל הגדרה ברורה BIM המונה, BIM במהלך מחזור חיי האובייקטים באמצעות

[61] בسنة 2002 [60] ובשנת 2003 BIM על Whitepaper (השאבות החומריים ו BOM) שוחררו למשתמשים שיווקיים על הקונספטי של (ניהול מחזור חיי המוצר) PLM. כבר בשנות ה-90-Pro-E 90 לשימוש בתוכנת ההנדסה המكانית [63].

מודל מידע בניין - גישה חדשנית חדשה להכנון, בנייה וניהול בניינים, שהוצגה על ידי חברת [.....] שם חברת ספק בשנת 2002, שינוי את התפיסה של אנשי מקצוע בתחום העשייה ברחבי העולם לגבי כיצד ניתן ליחסם CAD [61] [61] Whitepaper BIM, 2003 טכנולוגיות בתכנון, בנייה וניהול בניינים. מסמך

נקשר ישרות לモודג של בסיס נתונים אינטגרטיבי מרכזי. כפי שצוין במסמך BIM-בפרסומים המוקדמים הללו, הוא ניהול המידע על הבניין, שבו כל העדכונים מתבצעים בהתאם אחד, מה שמבטיח BIM-של BIM-Shell. (השאבות החומריים – BOM) סנכרון של כל השירותים, החתכים והפרטים

מתואר כמערכת ניהול מידע על בניינים, שבה כל העדכונים וכל השינויים מתבצעים בסיס הנתונים. כך בין BIM CAD אם מדובר בתוכניות, חתכים או שרטוטים על דפים, הכל תמיד מתואם, מוסכם ועדכני. – אחר החברת של ספק BIM, 2003 [54] עם מסמך לבן על

הרעيون של ניהול תכנון באמצעות בסיס נתונים אינטגרטיבי אחד היה נושא לדיוון רחב כבר במחקרים של שנות ה-80 עד 6.12. 2004. "של צ'אק איסטמן [57] כולל 43 אזכורים למונח "בסיס נתונים BDS לדוגמה, הקונספט של מספר זה צנה כמעט בחצי – ל-23 במסמך הלבן של 2002 [64]. וכבר באמצעות שנות ה-2000, BIM במסמכים על נושא בסיס נתונים כמעט ונעלם מוחמרי השיווק של הספקים ומכלל סדר היום של הדיגיטציה.

עם הזמן הוגש עבר לגיאומטריה, BIM-אף על פי שביסיס הנתונים וגישה אליו תוכנוו במקור כמרכז מערכת ה-BIM בשנת 1994 שפרסם את המסמך הלבן על IFC עם זאת, המפרסם של תקן D. ISO/ALIZ'cha ו-3-ו ISO STEP אותו ספק – ציין במסמך הלבן של תחילת שנות ה-2000 את המגבילות של פורמטים ניטרליים, כמו IFC ואת הצורך בגישה ישירה לבסיסי הנתונים של CAD:

"ישומים שונים עשויים להיות לא תואמים, ונוחנים שהוו מחדש עשויים להיות לא מדוייקים [...] חוץ מה שאלות, הגדלת זמן היציאה לשוק והפחמת איכות המוצר. ביום, כל היישומים [CAD] ממוחשב מסורתית המרכזים משתמשים במשחק תעשייה סטנדרטיים להחלפת נתונים ברמה נמוכה. באמצעות הסטנדרטים הקיימים להחלפת נתונים בין [STEP/IGES] הוא דה-פקטו ומה-ירוה העתק של פורט [IFC] או החדש [IGES] ישומים של ספקים שונים, משתמשים יכולם להשיג תאימות מסוימת של נתונים בין המוצרים הטובים ביותר פעילים רק בرمות נמוכות, והם אינם יכולים להחליף נתונים עשרים כמו המידע-STEP-ו-IGES בתחום. אך שנוצר על ידי יישומים מוביילים מודרניים [...] נאילו סטנדרטים אלה ואחרים משתפרים כמעט מדי יום, הם תמיד ישארו מאחור בהם ל모צרים של ספקים מודרניים מבחינת עושר הנתונים [...] תוכניות במסגרת היישום צרכיota [IFC] להיות מסוגלות להחליף נתונים ולשמור על עישרם, מבלי להיעזר במתרגמים ניטרליים, כמו במקום זאת, יישומי המסגרת צרכיים להיות מסוגלים לגשת יישורות לבסיס הנתונים המרכזי של PATRAN. תוכן ויצור" CAD (IFC, BIM) כדי לא לאבד את הפרטים והדיוק של המידע. מסמך לבן של ספק CAD, 2000 [65] אינטגרטיביים "תורנות והצדקה",

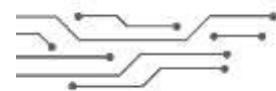
נחשב לבסיס הנתונים, ולא CAD כך, כבר בשנות ה-80 ותחילת שנות ה-2000, רכיב מרכזי בתכנון דיגיטלי בסביבה הוצע לוותר על מתרגם ולספק גישה ישירה של יישומים נתונים. עם זאת IFC לפורט קובץ או לפורט ניטרלי הפך להיות דומה לאסטרטגיית "חלק ושלטו", שבה העדיפות BIM במציאות, עד אמצע שנות ה-2020, הקונספט של נורתה באינטראטיבים של ספקים התוכנה, המשתמשיםobilites סגורות, ולא בפתרונות של חילופי מידע פתוחים נחפס חלק בלתי נפרד מתחשיית הבניה. אך בעשורים האחרונים ההבטחות לאינטראקטיבית פשוטה BIM היום ואניינטראקטיבית של נתונים נותרו במידה רבה לא מומושות. רוב הפתרונות עדין תלויים בפורמטים סגורים או פורמטים כמו גם BIM-ו-IFC, open BIM, ניטרליים, כמו גם בכלים מיוחדים. נבחן בפירות את שאלות ההיסטוריה של הופעת שיווק, מציאות ועתיד CAD-BIM-ו- "CAD" את בעיות האינטראקטיביות והగערניים הגיאומטריים בחלק השישי של הספר ".נתוני התכנון במבנה".

כלי מודולינג (BIM) היום התעשיית ניצבת בפני אתגר מרכזי - לעبور מהבנה המסורתית של לשימוש בו כבסיס נתונים מלא. זה דורש גישות חדשות לעבודה עם מידע, ונטישה של תלות באקויסיטומות סגורות והטמעה של פתרונות פתוחים.

ובזות הפעלת טכנולוגיות קוד פתוח CAD עם התפתחות הכלים להנדסה הפלואה, המאפשרים גישה לבסיסי נתונים של משתמשים ומפתחים בתעשייה הבניה מתרחקים יותר ויותר מהמוניים המעורפלים של ספקים התוכנה. במקום LLM זאת, תשומת הלב מתמקדת במה שהוא באמת: נתונים (בסיסי נתונים) (ותהליכי

מאחורי האותיות המודרניות והויזואלייזציות מסתורות פרקטיקות סטנדרטיות לניהול נתונים: אחסון כמו בתעשייה (Extract, Transform, Load) (ETL). העברת והמרה - כולל התהילך הקלاسيי אחריות הדיגיטציה של הבניה דורשת לא רק סטנדרטים להחלפת נתונים, אלא גם עבודה מסודרת עם מידע מגוון.

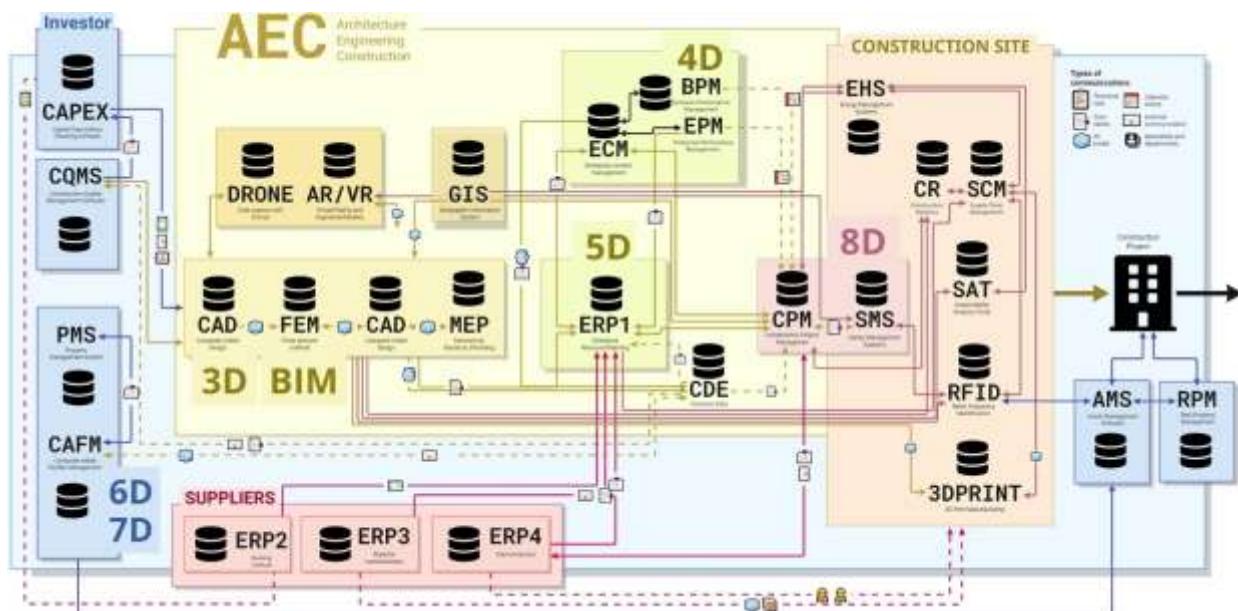
חברות צרכות לחשב מחדש על הגישה שלהם לניהול מידע. זה, (BIM) CAD כדי למצות את הפוטנציאל של נתונים יוביל בהכרה לרכיב מרכזי של טרנספורמציה דיגיטלית - איחוד, סטנדרטיזציה ומבנה שימושי של נתונים, אשר עימם עובדים אנשי מקצוע בתעשייה הבניה מדי יום.



פרק 3.2. אהידות ומבנה של נתונים

מילוי מערכות בנתונים בתעשייה הבנית

בון אם מדובר בתאגדים גדולים או חברות בינויים, אנשי מקצוע עוסקים מדי יום במילוי מערכות תוכנה ובסיסי נתונים עם ממשקים שונים במידע מגוון (איור 3.21), אשר באמצעות הנהלים צריכים לפעול בהרמונייה זה עם זה. בדיקת המרכיבות של מערכות ותהליכי אינטראקטיביים יוצרת בסופו של דבר הכנסה ורוחה לחברה.



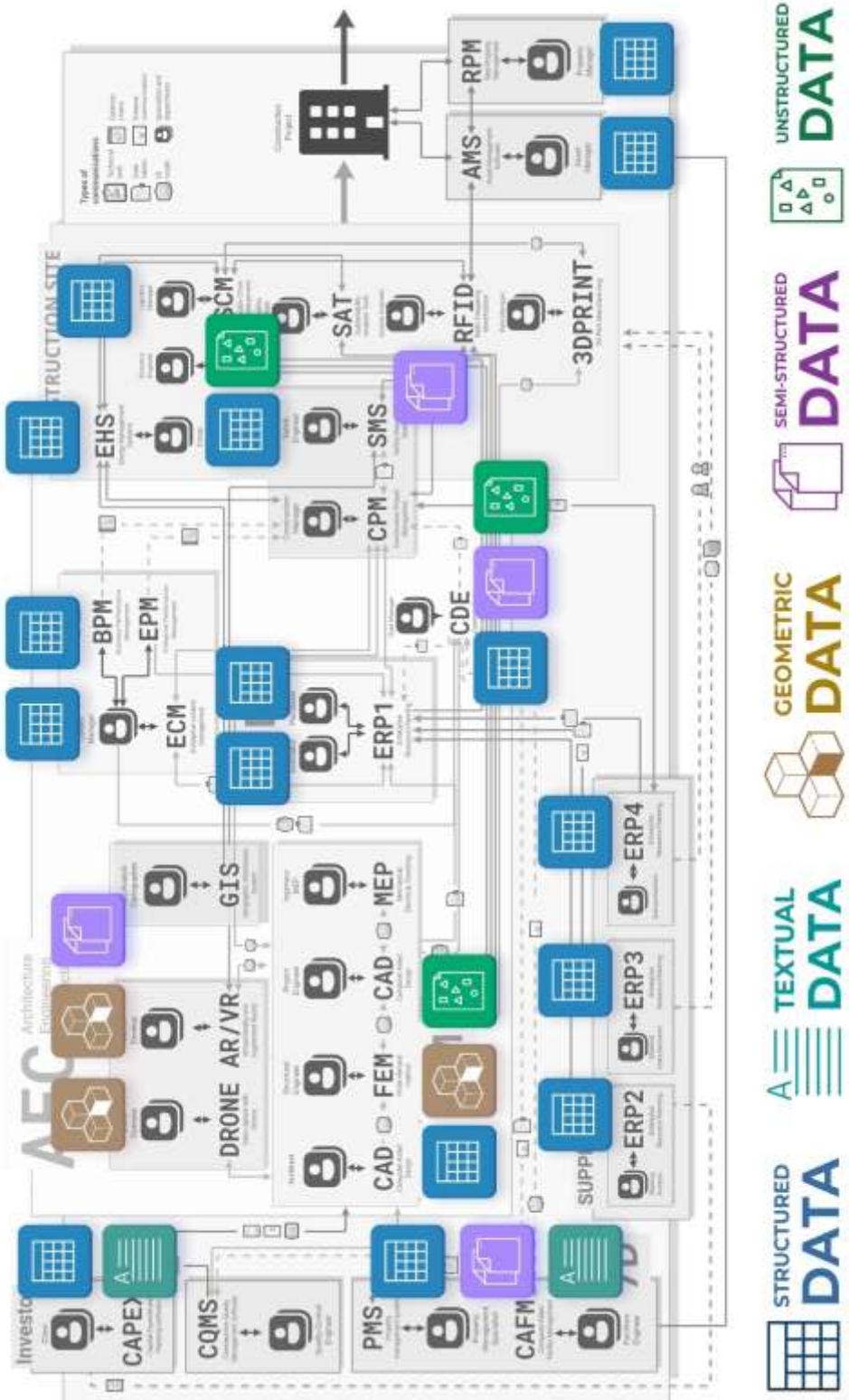
איור 3.21 כמעט כל מערכת או אפליקציה בשימוש בעסקים הבנויות מבוססת על אחת מערכות ניהול בסיסי הנתונים הபופולריות (RDBMS). -

כל אחת מהקטגוריות של המערכות שהוזכרו קודם, המיעודות לתעשייה הבנית, פועלת עם סוג נתונים המתאימים לתפקיד הפקודיזיון של אותן מערכות. כדי לעבור מרמה אבסטרקטית לרמה קונקרטית, אנו עוברים מסוג נתונים ליאזוגם בפורמטים ובמסכים.

1.24: לרשימה שהוצגה קודם לכן (נוסף כעט סוג פורמלים ומסמכים ספציפיים, עימם הוא פועלות לעיתים קרובות

משקיע (CAPEX) ■

- נתונים פיננסיים: תקציבים, תחזיות הוצאות (נתונים מובנים)
 - נתונים על מגמות השוק: כניסה שוק (נתונים מובנים ולא מובנים)
 - נתונים משפטיים וחוויים: חוות (נתונים טקסטואליים)



איור 3.22 בתעשייה הבניה נעשה שימוש במגוון מערכות עם ממשקים שונים, הפעולות עם סוג נתונים שונים.

מערכת ניהול (PMS, CAFM, CQMS)

- נתוני פרויקט: לוחות זמנים, משימות, נתונים מובנים)

▪ נתוני תחזקה של המתקן: תוכניות תחזקה (נתונים טקסטואליים וחצי-МОבנים)

- נתוני בקרה אינטלקטואלית: תקנים, דוחות בדיקה (נתונים טקסטואליים ולא-МОבנים)

CAD, FEM ■■■

- שרטוטים טכניים: תוכניות ארכיטקטוניות, מבניות (נתונים גיאומטריים ולא-МОבנים)

▪ מודלים של מבנים: מודלים תלת-ממדיים, נתונים חומריים (נתונים גיאומטריים וחצי-МОבנים)

- חישובים הנדסיים: ניתוח עומסים (נתונים מובנים)

(EHS, SCM) מערכות ניהול אתר הבניה ■■■

- נתונים בטיחות ובריאות: פרוטוקולי בטיחות (נתונים טקסטואליים ומובנים)

▪ נתונים שרשרת אספקה: מלאים, הזמן (נתונים מובנים)

- דוחות יומיים: שעות עבודה, פרודוקטיביות (נתונים מובנים)

הדפסה תלת-ממדית AR/VR, GIS, רחפנים ■■■

- נתונים גיאו: מפות טופוגרפיות (נתונים גיאומטריים ומובנים)

▪ נתונים בזמן אמת: סרטונים ותמונה (נתונים לא-МОבנים)

- מודלים להדפסה תלת-ממדית: שרטוטים דיגיטליים (נתונים גיאומטריים)

(4D BPM, 5D ERP1) מערכות ניהול נספנות ■■■

- נתונים זמן ועלוות: לוחות זמנים, אומדן (נתונים מובנים)

▪ ניהול שינויים: רישומים על שינויים בפרויקט (נתונים טקסטואליים ומובנים)

- דיווח על תוצאות פעילות: מדדי הצלחה (נתונים מובנים)

(CDE, RFID, AMS, RPM) אינטגרציה של נתונים ותשורת ■■■

- חילופי נתונים: חילופי מסמכים, מודלים של נתונים (נתונים מובנים וטקסטואליים)

▪ נתונים מעקב: לוגיסטיקה, ניהול נכסים (נתונים מובנים) RFID

- ניטור ובקרה: חישניהם בתகנים (נתונים מובנים ולא-МОבנים)

כך, כל מערכת בתעשייה הבניה – מערכות ניהול אתר הבניה ועד בסיסי נתונים של תפעול – פועלת עם סוג מידע שונים: מובנים, טקסטואליים, גיאומטריים ועוד. נוף הנתונים "שבו מתמודדים אנשי מקצוע מדי יום הוא מגוון מאוד. עם זאת, פשוט למנות את הפורמטים אינו חשוב את כל המורכבות של העבודה האמיתית עם מידע

בפועל, חברות מתמודדות עם כך שדאותה, גם כאשר היא מתבלטת מערכות, אינה מוכנה לשימוש "כפי שהיא". במוחה. פורמטים אחרים, אשר קשה לנתח באמצעות כלים סטנדרטיים CAD קבצי PDF מזובר בטקסטים, תמונות, מסמכים, וכך, הצעד הקרייתי הבא הוא טרנספורמציה של נתונים – תהליך שללאו לא ניתן לאוטומט את העיבוד, הניתווה הויזואלית וקבלת ההחלטות בזרה יعلاה.

טרנספורמציה של נתונים: יסוד קרייתי לנתח עסקי מודרני

היום רוב החברות מוצאות את עצמן בפני פרודוקס: כ-80% מהתהליכים היומיומיים שלהם עדין מtabססים על נתונים עם זאת, 80% מהמידע החדש (RDBMS) מוכנות ומסדי נתונים רלוונטיים Excel מסדרים קלאסיים - טבלאות

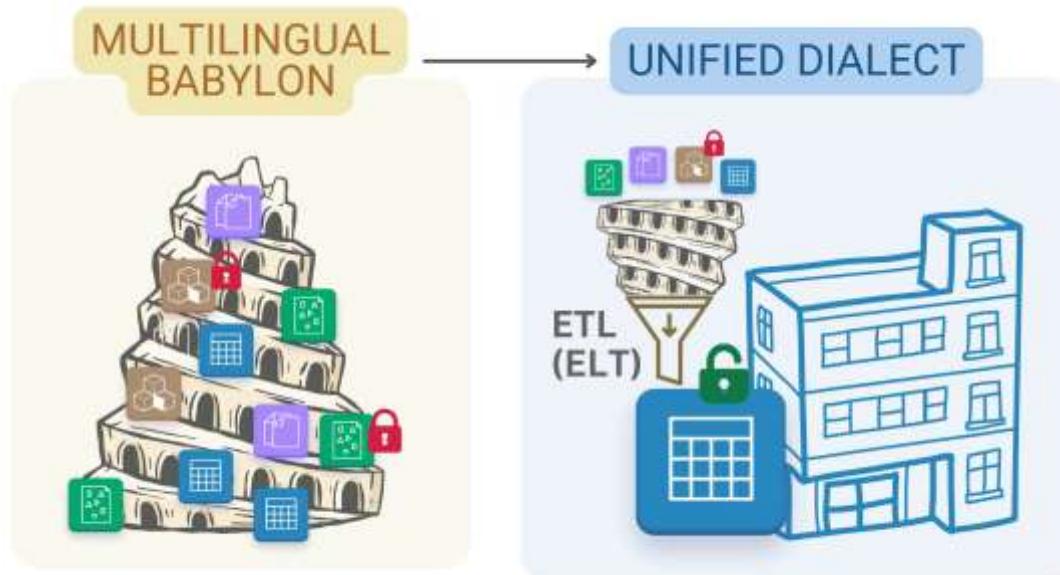
שSEGUE לאקויסיטמה הדיגיטלית של החברות הוא בעל אופי לא מסודר או מסודר באופן חלקי. זהו טקסט, גרפיקה, הקלטות אודיו ווידאו, התקשורת אלكتروנית ועוד PDF, מסמכים בפורמט CAD, גיאומטריה, תמונות, מודלים יתרה מכך, נפח הנתונים הלא מסודרים ממשיך לגודל במידה - הגידול השנתי מוערך ב-55-65%. דינמיקה כזו יוצרת קשיים משמעותיים בשילוב המידע החדש בתהליכי העסקים. התעלומות מזרם הנתונים המגוון הזה מובילות להיווצרות פערים מידע ולירידה בניהולו של כל הסביבה הדיגיטלית של החברה.



- הגידול השנתי בנפח הנתונים הלא מסודרים יוצר בעיות בשילוב המידע הזורם בתהליכי העסקים

התעלומות מנתונים לא מסודרים ומסודרים באופן חלקי בתהליכי האוטומציה עלולה להוביל לפערים משמעותיים בנוף המידע של החברה. בעולם המודרני שבו המידע זורם ללא שליטה ובכמויות עצומות חברות נדרשות לאמץ גישה היברידית לניהול נתונים, הכוללת שיטות עבותה ייעילות עם כל סוג הנתונים

הפתח לניהול נתונים ייעיל במיוחד בארגון, סידור ומיזן של סוגי הנתונים השונים. תהליך זה ממיר את הכאוס של הנתונים למבנים מאורגנים לשילוב במערכות, ובכך מאפשר קבלת החלטות על בסיסם



- המשימה המרכזית של מחלקות ניהול הנתונים היא להמיר את "בבל" של נתונים מגוונים ולא איחדים למערכת מסודרת וממיינת

"אחד מהמכשורים המרכזיים בדרך לאיחוד כזה הוא רמת התאמיות הנמוכה בין פלטפורמות דיגיטליות שונות - "סילוים". עליהם דיברנו בפרקם הקודמים.

רמת התאמיות הנמוכה בין פלטפורמות בנייה, (ארה"ב, NIST) לפי דוח המכוון הלאומי לתקנים וטכנולוגיה שונות מובילה לאובדן מידע ולעלויות נוספות משמעותיות. רק בשנת 2002, בעיות התאמה בתוכנה גרמו לאובדן של 15.8 מיליארד דולר בשוק הבנייה בארה"ב, כאשר שני שלישים מהאובדן נופלים על בעלי הנכסים ומפעילי הבניינים, בממוצע בהמליך השימוש והתחזקה. במחקר גם מצוין כי סטנדרטיזציה של פורמטי נתונים עשויה לצמצם את האובדן הבלתי ולהגבר את הייעילות בכל שלבי מיזור חyi הפרויקט.

משנת 2016, אשר כלל 16 אלף אנשי מקצוע בתחום הנתונים בעולם, הבעה CrowdFlower לפי מחקר של המרכזית נותרה נתונים "מלולכים" ולא איחדים. לפי מחקר זה, המשאב היקר ביותר הוא לא מסדי הנתונים הסופיים ולא מודלים של למידת מכונה, אלא הזמן של המומחים המוקדש להכנת המידע

לניקוי, עיצוב וארגון נתונים נדרש עד 60 אחוז זמן העבודה של אנליסט ומנהל נתונים. כמעט חמישית מהזמן מוקדשת לחיפוש ואייסוף מערכិ נתונים נדרשים, אשר לעיתים קרובות מוסתרים במחסנים סגורים ("סילוים") ואינם נגישים לניטוח. ורק כ-9 אחוז מהזמן מוקדש לשירות למידול, אנליהז, בניה תחזית ובדיקת השערות. כל השאר כולל תקשורת ויזואלייזציה, דיווחים וחקיר מקורות מידע נוספים.

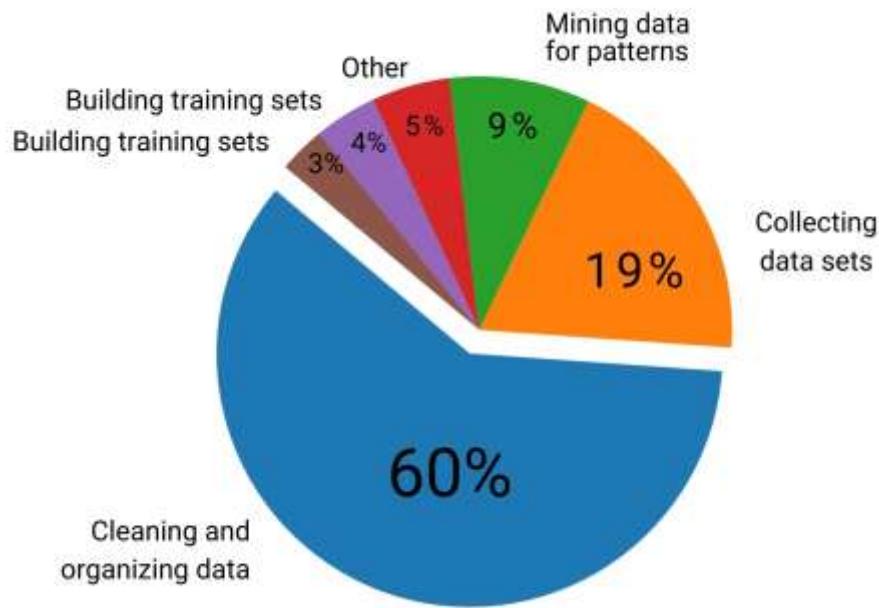
- (3.25): איזור) בממוצע, העבודה של מנהל הנתונים מחלוקת כך

■ נקיי וארגון נתונים (60%): קיום נתונים נקיים ומוסדרים יכול לסייע ממשמעותית את זמן העבודה של האנליסט ולהציג את תהליכי ביצוע המשימות

■ אייסוף נתונים (19%): הקושי העיקרי עבור אנשי מקצוע בתחום מדעי הנתונים הוא חיפוש מערכិ נתונים רלוונטיים. לעיתים קרובות, נתונים חברות נעזרים בסילוים מאורגנים באופן אישי, מה שמקשה על הגישה למידע הנדרש.

■ מידול/למידת מכונה (9%): לעיתים קרובות, זה מסובך עקב חוסר בהירות במטרות העסקיות מצד הלוקחות חוסר בהגדרת משימה ברורה יכול לבטל את הפוטנציאל של אפילו המודל האICONI BI יותר

■ משימות נוספות (5%): מעבר לעיבוד נתונים, אנליסטים נדרשים לעסוק במחקר, לחקור את הנתונים מכיוונים שונים, לתקשר תוכאות באמצעות ויזואלייזציות ודיווחים, כמו גם להמליץ על אופטימיזציה של תהליכי ואסטרטגיות.



על מה מנהלי נתונים, העובדים עם נתונים, מבזבזים את רוב הזמן (על פי חומר [70] אייר.

בשנת 2015 [71], בין 50% ל-90% מזמן העבודה של אנשי מקצוע בתחום האנגליזה העסקית מוקדש להכנת נתונים לנתחות (BI).

ニイキ、検証と整理などの業務を実行するための手順をすべて実行する場合、追加費用は通常90%まで増加します。専門家がデータ分析に費やす時間は、データ収集とデータ洗浄と並んで最も多くなります。

עבודה זו, שהיא קשה ולא נראית למשתמש הסופי, היא בעלת חשיבות מכרעת. טעויות נתונים המקוריים מעוותות בהכרח את תוצאות הנתחות, מבלבלות ויכולות להוביל לטיעויות ניהול יקרות. לכן, תהליכי ניקוי וסטנדרטיזציה של נתונים החל מהסרת כפליות ומילוי חוסרים ועד התאמת ייחודית והבאtan למודול משותף - הופכים לאבן הפינה של - האסטרטגייה הדיגיטלית המודרנית.

כך, טרנספורמציה, ניקוי וסטנדרטיזציה קפדיינים של נתונים לא רק תופסים חלק גדול מזמן העבודה של אנשי מקצוע (עד 80% מעבודת הנתונים), אלא גם קובעים את האפשרות לשימוש יעל בהם במסגרת תהליכי עסקים מודרניים עם זאת, ארגון וניקוי נתונים לבדים אינם מספקים את המשימה של ניהול אופטימלי של זרמי מידע בחברה. במקרה של ארגון והבנה, יש לבחור את מודל הנתונים המתאים, אשר משפייע ישירות על הנוחות והיעילות של העבודה עם המידע. בשלבים הבאים של העבודה.

מכיוון שהנתונים והמטרות העסקיות שונות, חשוב להבין את המאפיינים של מודלי הנתונים ולדעת לבחור או ליצור את המבנה החדש. בהתאם לסדר והאופן שבו מתוארים הקשרים בין המרכיבים, ניתן לבדוק בשלוש מודלים עיקריים: מודלים מסווגים, מודלים חצי- מסווגים ומודלים גרפיים. כל אחד מהם מתאים למשימות שונות ויש לו יתרונות וחרוגונות משלו.

מודלים של נתונים: יחסים בין נתונים וקשרים בין רכיבים

הנתונים במערכות מידע מאורגנים בדרך כלל שונים – בהתאם למשימות ולדרישות לאחסון, עיבוד והעברת מידע. ההבדל המרכזי בין סוגי מודלי הנתונים, בדומה שבח מאוחSEN המידע, טמון ברמת הסדר ובאופן תיאור הקשרים בין המרכיבים.

נתונים מסווגים כוללים מבנה ברורה וחוזרת: הם מאורגנים בטבלאות עם עמודות קבועות. פורמט זה סינון וארגון. דוגמאות – מסדי נתונים, SQL מבטיח ניבו, פשטות בעיבוד ויעילות ביצוע שאלות (RDBMS), Excel, CSV.

נתונים חצי-מוסודרים מאפשרים מבנה גמיש: מרכיבים שונים יכולים להכיל סט שונה של תכונות ולהיות מאוחסנים או פורטטים דוקומנטריים אחרים. נתונים אלה צריכים לשczורף לדגם JSON, XML – בדומה היררכית. דוגמאות – אובייקטים מקוונים וקשרים ביניהם, אך מצד שני, זה מקשה על ניתוח וסטנדרטיזציה של הנתונים.

Data Model	Storage Format	Example
	Relational	CSV, SQL A table of doors in Excel
	Hierarchical	JSON, XML Nested door objects inside a room
	Graph-based	RDF, GraphDB Relationships between building elements

מודל הנתונים הוא מבנה לוגי, המתאר כיצד הנתונים מאורגנים, מאוחסנים ומעובדים במערכת.

הבחירה בפורמט המתאים תלולה במשימות

– מסדי נתונים עמודתיים (SQL, CSV, RDBMS) אם מהירות הסינון והאנליזה חשובה – טבלאות רלוונטיות יתאימו.

– XML או JSON-אם יש צורך בגמישות במבנה – עדיף להשתמש

– אם נתונים יש קשרים מורכבים – מסדי נתונים גרפיים מספקים בהירות ויכולת הרחבה

כל ישות (למשל, דלת) מיוצגת על ידי שורה, ותכונותיה – על ידי (RDBMS) – נתונים רלוונטיים קלאסיים Room-גובה, רוחב, עמידות באש וכו' –>ID. (RDBMS) – נתונים רלוונטיים קלאסיים – על ידי – המצביע על החדר, ID.

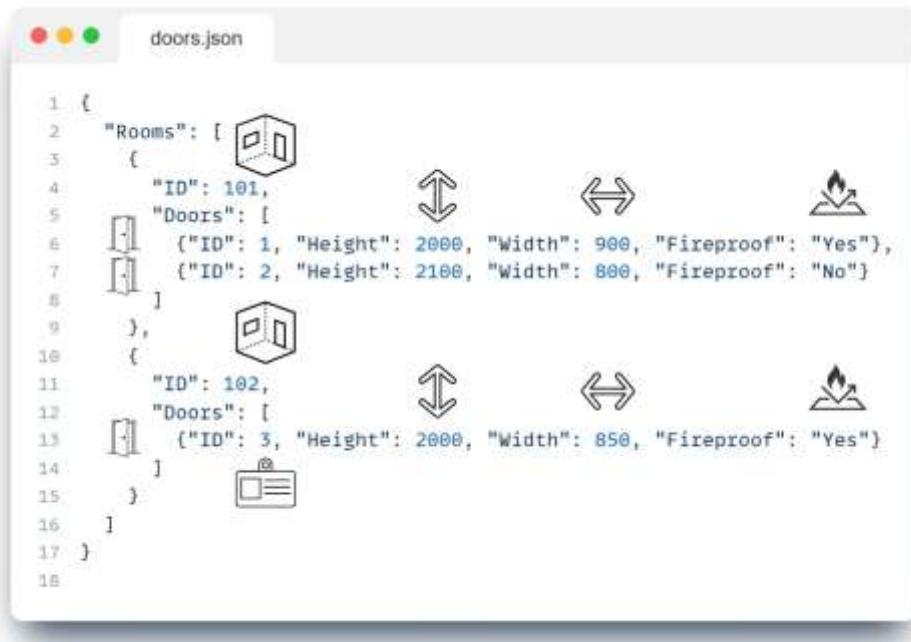
הקשרים נוצרים בדומה של טבלאות, כאשר כל רשומה מייצגת אובייקט (RDBMS) – נתונים רלוונטיים קלאסיים והעמודות – את הפרמטרים שלו. בפורמט הטבלאי, הנתונים על דלתות בפרויקט נראים כך, כאשר כל שורה מייצגת פריט נפרד – דלת עם מזהה ייחודי ואטריבוטים, והקשר עם החדר מתבצע דרך הפרמטר "Room ID".



Door ID	Room ID	Height (mm)	Width (mm)	Fireproof
ID1001	101	2000	900	Yes
ID1002	101	2100	800	No
ID1003	102	2000	850	Yes

מידע על שלושה פריטים מקטגורית "דלתות" בפרויקט בצורה טבלאית ומסודרת.

הנתונים מאוחסנים בצורה היררכית או מקוננת, שבה המרכיבים יכולים בפורמטים חצי-מוסדרים, כמו להכיל אובייקטים אחרים, ומבנה שלהם יכול להשתנות. זה מאפשר לדוגם קשרים מורכבים בין המרכיבים. מידע דומה מוצג כך, שהם הופכים לאובייקטים מקוונים (JSON) על דלתות בפרויקט, שנרשם בצורה מסודרת, בפורמט חצי-מוסדר – בתוך החדרים, מה שמשקף בצורה הגיונית את ההיררכיה.



```

1 {
2   "Rooms": [
3     {
4       "ID": 101,
5       "Doors": [
6         {"ID": 1, "Height": 2000, "Width": 900, "Fireproof": "Yes"},
7         {"ID": 2, "Height": 2100, "Width": 800, "Fireproof": "No"}
8       ],
9     },
10    {
11      "ID": 102,
12      "Doors": [
13        {"ID": 3, "Height": 2000, "Width": 850, "Fireproof": "Yes"}
14      ]
15    }
16  ]
17}

```

JSON מידע על פריטי קטגוריות "דלתות" בפרויקט בפורמט

במודל גרפי, הנתונים מוצגים בצורה צמתים (קודות) וקשרים (ביניהם). זה מאפשר להציג בצורה ברורה את

הקשרים המורכבים בין אובייקטים ואטריבוטים שלהם. במקרה של נתונים על דלתות וחלדים בפרויקט, הייצוג הגרפי נראה כך:

הצמתים (קודות) (ID1001, ID1002, ID1003) הגדלים (מיצגים ישות עיקריות: חדרים (חדר 101, חדר 102 (דלתות ID1003))

הקשרים (קשרים מראים את הקשרים בין ישויות אלו, לדוגמה, שייכות דלת לחדר מסוים)

האטריבוטים מחוברים לצמתים ומצביעים תכונות של ישויות (גובה, רוחב, עמידות באש לדלתות)

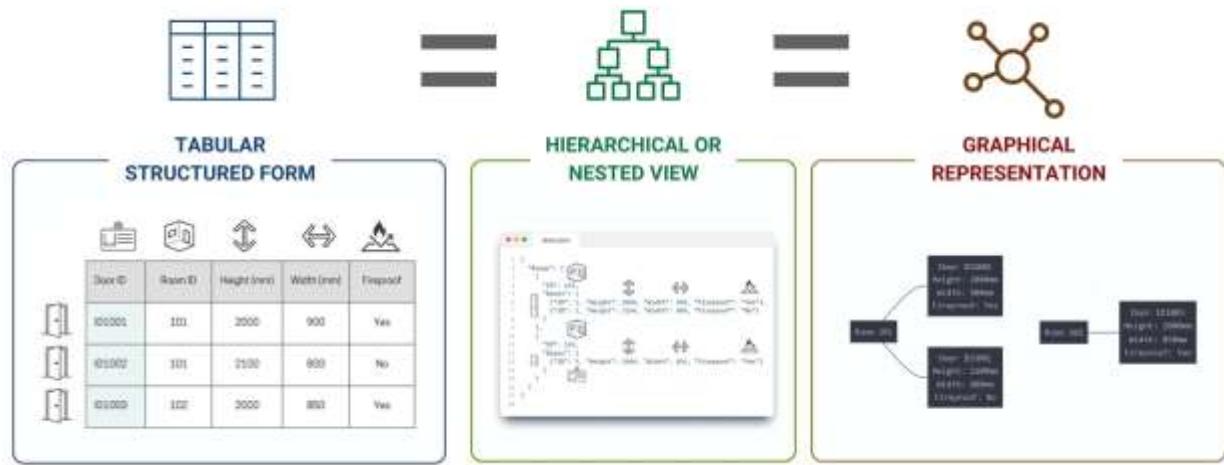


מידע על ישות דלתות הפרויקט בייצוג גרפי 3.29. ריש.

במודל הגרפי של נתונים תיאורי דלתות, כל חדר וכל דלת הם צמתים נפרדים. הדלתות מחוברות לחדרים דרך קשרות, המצביעים על שייכות הדלת לחדר מסוים. בעת זאת, האטריבוטים של הדלתות (גובה, רוחב, עמידות באש) נשמרים כתכונות של הצמתים המתאים. נדונו יותר על פורמטים גרפיים וכייד סמנטיקה גרפית הופיעה בתעשייה הבניה בפרק "הופעת הסמנטיקה והאונטולוגיה בבניה".

מסדי נתונים גרפיים יעילים במקרים חשובים לא רק הנתונים עצם, אלא גם הקשרים ביניהם, לדוגמה, במערכות המלצה, מערכות ניתוב או בעת מודל קשרים מורכבים בפרויקטים לניהול נכסים. הפורמט הגרפי מפשט את יצירת הקשרים החדשניים, ומאפשר להוסיף סוגים נוספים נתונים חדשים מבלי לשנות את מבנה האחסון. עם זאת, בהשוואה לטבלאות יחסיות ולפורמטים מוכנים, גراف אין קשר נוסף בין הנתונים - המرة נתונים מבוססים דו-מדיים לגראף אינה מגדילה את מספר הקשרים ואין מאפשרת לקבל מידע חדש.

הצורה והסכמה של הנתונים צריכות להתאים למקרה השימוש הגרפי ולביעות הנפתרות. כדי לעבוד ביעילות בתהליכי עיקם, חשוב להשתמש בכלים ובמודלים של נתונים מסוימים להשיג תוצאה במהירות. ובפשטות המרבית.



אותה מידע על רכבי הפרויקט יכול להישמר בפורמטים שונים באמצעות מודלים שונים של נתונים 3.210. ריש.

כiom, רוב החברות הגדלות מתמודדות עם בעיות מורכבות יתר של נתונים. כל אחד מאות או אלפי היישומים משתמש במודל נתונים מסוילו, מה שיוצרן מורכבות מיותרת - מודל נפרד לעתים קרובות מורכבות בעשרות מונחים מהנדרש, והצבר של כל המודלים - באלפי מונחים. מורכבות מיותרת זו מקשה מאוד על העבודה הנו על המפתחים והן על המשתמשים הסופיים.

מורכבות זו מטילה מגבלות חמורות על הפיתוח והתחזקה של מערכות החברה. כל אלמנט חדש במודל דרוש קוד נוספת המתעת לוגיקות חדשות, בדיקות קפדיות והטאהה לפתרונות הקיימים. כל זה מגדיל את העליות ומאט את עבודת הצוות האוטומטי בחברה, והופך אפילו שימוש פשוטות לתהליכיים יקרים ומורכבים.

הסתבכות נוגעת לכל הרכות של ארכיטקטורת הנתונים. בסיסי נתונים רלציוניים זה מתבטא בהתרבות מספר הטבלאות והעמודות, לעתים קרובות בצורה מיותרת. במערכות מונחיות אובייקטיבים, המורכבות גוברת בזכות מספר רב של מחלקות החדש מתבטא דרך מבנים מוקנים מסובכים, מפתחות ייחודיים, XML או JSON או תכונות מקושرات. בפורמטים כמו וסכנות לא עקבות.

המורכבות המיותרת של מודלי הנתונים מקשה על המערכות לא רק להפוך לפחות יעילות, אלא גם עלולה LLM לחשות על ההבנה של המשתמשים הסופיים ובסיומו של דבר על מודלים לשוניים גדולים וסוכנים בעיה זו של הבנה ומורכבות מודלי הנתונים ועיבודיהם מעלה את השאלה: כיצד ניתן להפוך את הנתונים לפשוטים מספיק לשימוש, כך שהם באמה יתחלו להניב תועלת בהירות.

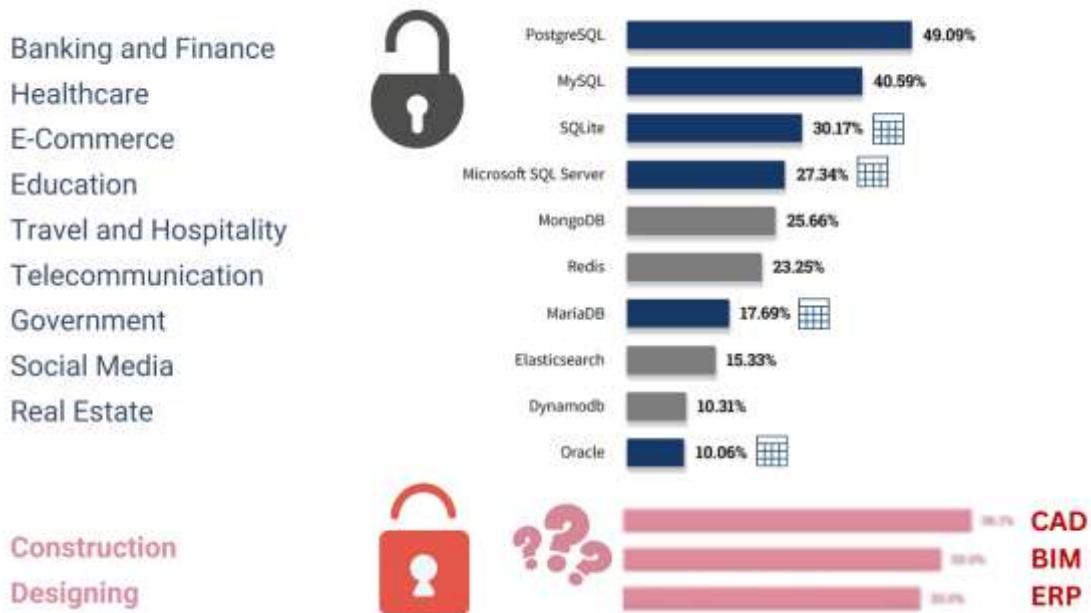
איפלו בבחירה נcona של מודלי נתונים, התועלת המעשית שלהם פוחתת באופן דרמטי אם הגישה לנתונים מוגבלת פורמטים קניינים ופלטפורמות סגורות מבוססות על האינטגרציה, מסבכות את האוטומציה ומונעות מהחברה שליטה על המידע שלה, מה שיוצר לא רק סילו של נתונים חזושים, אלא סילו נועל, שהמפתח אליו ניתן להשיג רק באישור של הספק. כדי להבין את היקף הבעיה, חשוב לבדוק כיצד סגירות המערכות משפיעה על תהליכיים דיגיטליים בתחום הבניה.

פורמטים קנייניים והשפעתם על תהליכיים דיגיטליים

אחד הביעות המרכזיות בהן נתקלות חברות הבניה במהלך הדיגיטציה היא הגישה המוגבלת לנוחנים. זה מקשך על אינטגרציה של מערכות, מפחית את איכות המידע ומסבך את הארגון של תהליכיים ייעילים. בסיס הקשיים הללו. לעיתים קרובות עומדת השימוש בפורמטים קנייניים ובפתרונות תוכנה סגורים

למרבה הצעיר, עד כה רבות מהתוכנות בתעשייה הבניה מאפשרות לשמר נתונים איך ורק בפורמטים קנייניים או באחסון ענן, שהגישה אליהם אפשרית רק דרך ממשקים מוגבלים מאוד. במקרים רבים, פתרונות כאלה בנאים בהתאם למערכות סגורות עוד יותר של ספקים גדולים יותר. כתוצאה לכך, אפילו המפתחים שרצוים להציג ארכיטקטורות פתוחות יותר, נאלצים לעמוד בכללים שמכתיבים הספקים הגדולים

בעוד שמערכות ניהול נתונים הבניה המודרניות תומכות יותר ויותר בפורמטים ובסטנדרטים פתוחים (אյור הקשורות אליהם נשאות CAD-CAFM ו-ERP וכן מערכות BIM) (3.15) – בסיסי הנתונים של כל, (אילו 3.211) – אים "קניינים מבודדים בנוף הדיגיטלי של התעשייה"



האופי הסגור והקנייני של הנתונים יוצר מחסומים לאינטגרציה ולגישה לנוחנים 3.211 איור.

הסגירות והמנופוליזציה של הפורמטים והפרוטוקולים אין בעיה רק של תעשיית הבניה. במגוון תחומיים כלכליים קיומם של (3.212) האבק נגד הסטנדרטים הסגורים והגישה המוגבלת לנוחנים החל עם האטה החדשנות מחסומים מלאכותיים לכניסת שחקנים חדשים והעמקת התלוות בספקים גדולים. על רקע הצמיחה המהירה של השירותים הנטונניים, רשותות ההגבלים העסקיים פשוט לא מציאות להגיב לאתגרים הקשורים לשוקים הדיגיטליים החדשניים, ובסופה של דבר הפורמטים הסגורים והגישה הסgorה לנוחנים הופכים ל"גבולות" דיגיטליים, המעכבים את תנועת המידע ואת הצמיחה.

אם המכוניות מיצירות את כל מה שאנו צריכים, או המצב שלנו יהיה תלוי כיצד המשאים הללו מוחולקים. כל אחד יוכל ליהנות מחיים בשפע רק אם העושר המיצור עלי ידי המכוניות יפותק לרשות הציבור. אחרת, רוב האנשים בסופו של דבר יהיו בעוני נורא, אם בעלי המכוניות יצלהו לובסיתת למניעת חילוק העושר. עד כה, נראה כי הכל מתנהל לפיה האפשרות השניה, הטכנולוגיות מובילות לעלייה בא שוויון.

טיבון הוקינג, אסטרופיזיקאי – 2015

Monopolies or tight control over critical data formats

Telecommunications:
Proprietary Protocols

1970s-1980s

Computing Industry:
Open Source Movement

1980s

Document Formats:
PDFs and DOCs

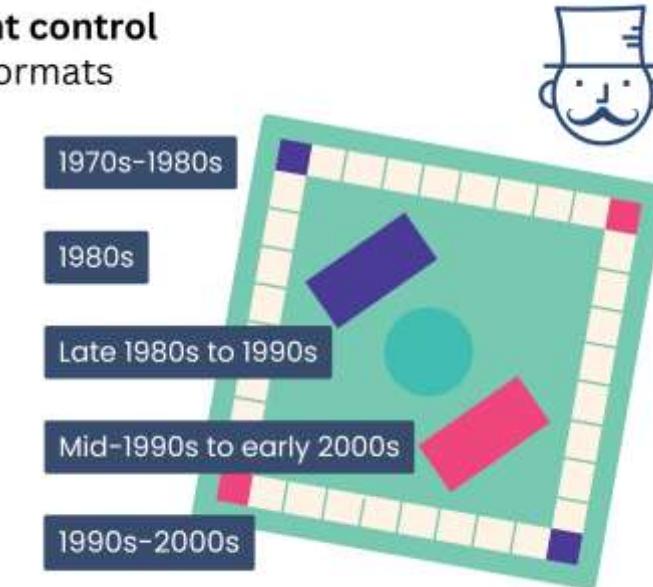
Late 1980s to 1990s

Web Browsing:
Browser Wars

Mid-1990s to early 2000s

Media:
Audio and Video Codecs

1990s-2000s



אי.פ. 3.212. בעלות מונופוליסטית על פורמטים מרכזיים ופרוטוקולי נתונים אינה בעיה ייחודה לתחשיית הבנייה.

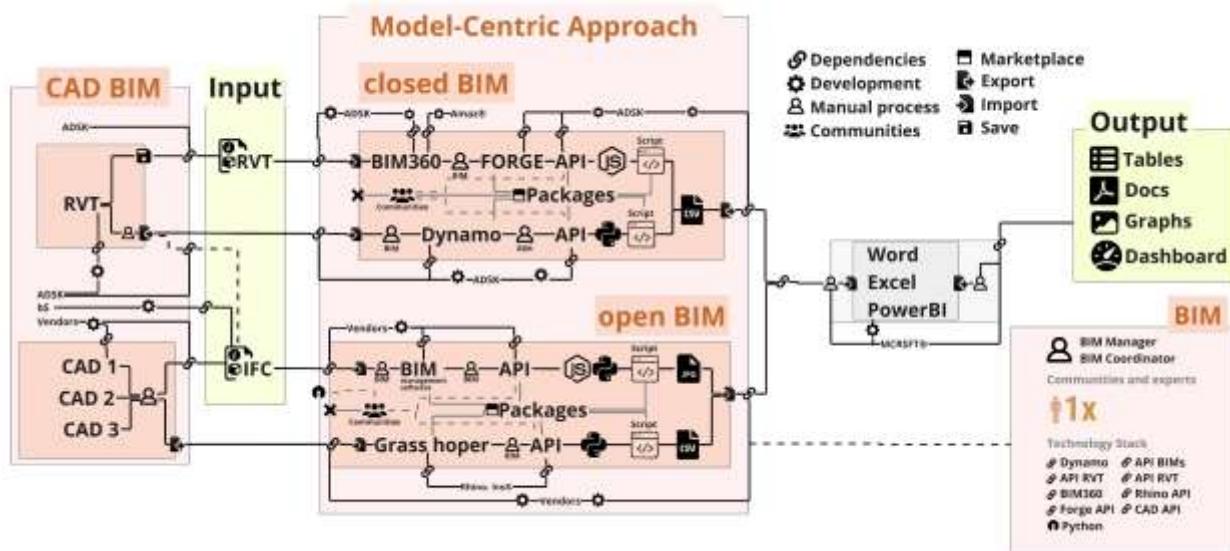
ומפתחים, המיצרים IT בסופו של דבר, בשל הגישה הסגורה לבסיסי נתונים של תוכנה, מנהלי נתונים, אנליסטים, אנשי בתעשייה הבנייה אפליקציות לגישה לנ נתונים, עיבוד ואוטומציה, מתודדים כיום עם תלות רבה בספקי תוכנה. התלות - מוחדים וכלים ותוכנה מוחדים API הוא, לצורך רמות גישה נוספות, דורשת יצירה פתרונות עם חיבורים

(משק תוכנות יישומים (הוא ממש פורמלי, באמצעותו תוכנה אחת יכולה לתקשר עם תוכנה אחרת API מתאר אילו בקשות יכולה API-נתונים ופונקציות מבלי צורך לגשת לקוד המקור. exaching מערך חיצונית לבצע, באיזה פורמט הוא צריך להיות, ואילו תగובה היא תקבל. זהו "חוזה" סטנדרטי בין מודולים תוכנתיים.

כמota גדולה של תלות בפתרונות סגורים גורמת לכך שכל הארכיטקטורה של הקוד והלוגיקה של תהליכי העסקים בחברה הופכת ל"ארQUITECTURA SPAGETI" של כלים התלויים במדיניות הספק של תוכנה לגבי מתן גישה אינטגרטיבית לנ נתונים.

התלות בפתרונותים ולפלטפורמות סגורות לא רק מפסידה גמישות, אלא גם מביאה לסייעני עסקים. שינוי בתנאי כל אלה יכולם להסום תהליכיים קרייטיים. פתאום – API-הရישוי, סגירת גישה לנ נתונים, שינוי פורמטים או מבנה המתרברר כי עדכון של טבלה אחת דורש שיפוט של בלוק שלם של אינטגרציות וחיבורים, וכל עדכון רחב היקף של תוכנה

- של הספק הופך לאיום פוטנציאלי על יציבות כל המערכת של החברה API-או ה



3.213. דוגמה לכמות גודלה של תלות בעיבוד נתונים של חברות הבניה.

פותחים ואדריכלי מערכות בתנאים נאלצים לעבוד לא על מנת להקדים את זמן, אלא על מנת לשרוד. במקום לישם פתרונות חדשים – הם מתאימים את עצם. במקום להתפתח – הם מנסים לשומר על תאימות. במקום לאוטומט ולהאיין תהליכיים, הם מבזבזים זמן בלימוד משקיקים נוספים, תיעוד ובנייה חדש אינטגרית של הקוד API.

עבודה עם פורמטים ומערכות סגורות אינה רק בעיה טכנית - היא מגבלת אסטרטגי. למרות ההזדמנויות הברורות וניתוח חיזוי, רבות מהחברות אינן LLM, שספקות הטכנולוגיות המודרניות של אוטומציה, אינטיגנץיה מלאכותית מצלחות למשתף הפוטנציאלי שלהם במילואו. והמחסומים שהוקמו על ידי פורמטים קנייניים מונעים מהעסקים גישה לנתונים שלהם. ובזה, אולי, טמונה האירוניה המרכזית של טרנספורמציה דיגיטלית בתחום הבניה.

, שקייפות נתונים ופתרונות מערכות אין מותירות, אלא תנאי הכרחי למהירות וליעילות. בהיעדר פתיחות תהליכי העסקים מתמלאים בביבורתה מיותרת, בשרשראות אישור מרובות ובתלות גוברת בכך HiPPO. קבלת החלטות על בסיס דעתו של האדם המרווה ביותר -

עם זאת, באופק מתחווה שינוי פרטיגמה. למרות הדומיננטיות של פתרונות קנייניים, יותר ויותר חברות מודעות למגבלות הארכיטקטורות שנוצרו ברוח המהפכה התעשייתית הרבעית. כיום, הוווקטור זו ל עבר עקרונות המהפכה החמישית. ואינטראטיביות אמיתי בין מערכות (API) שבהם הנתונים נמצאים במרכז כמשמעות אסטרטגי, משקקים פתוחים

המעבר הזה מסמן את היציאה מהאקיסיטמות הסגורות לעבר ארכיטקטורות דיגיטליות גמישות ומודולריות, שבון פורמטים פתוחים, סטנדרטים ושקייפות בהחלפת נתונים משחקים תפקיד מרכזי.

פורמטים פתוחים משנים את הגישה לדיגיטציה

תחום הבניה התמודד עם בעיות הסגירות והקנייניות של הנתונים אחת האחרונות. בגיןוד לתחומיים אחרים בכלכלה הדיגיטליזציה כאן התחילה לאט. הסיבות לכך כוללות את השמרנות המסורתית של החומר, את הדומיננטיות של פתרונות מקומיים מבודדים ואת השתרשות העמוקה של ניהול מסמכים פיזיים. במשר עשוירים, תהליכיים מרכזים בבניהו התרבסו על שרטוטים פיזיים, שיחות טלפון ומסדי נתונים שאינם מסונכרנים. בהקשר זה, פורמטים סגורים נתפסו במידה רבה כנורמה ולא כמכשול.

הניסיונו מתוחמים אחרים מראה: הטרת מחסומים הקשורים לנוטונים סגורים מובילת לעלייה בחזרנות, להאצת ההתקפות והלצמיחה בתחרות. במדוע, החלפת נתונים פתוחים מאפרשת לאין גילויים ולפתח שיתוף פעולה ביןלאומי. ברפואה לשפר את הייעילות של אבחון וטיפול. בהנדסת תוכנה - ליצור אקוסיסטומות של יצירה משותפת ושיפור מהיר של מוצרים.

לפי דוח מקינזי "נתונים פתוחים: שהרו חזרנות ופרודוקטיביות באמצעות זרמי מידע" משנת 2013
נתונים פתוחים יכולים לשחרר בין 3 ל-5 טריליאון דולר בשבועה תחומיים מרכזים בכלכלה, כולל
בנייה, תחבורה, בריאות ואנרגיה. לפי אותו מחקר, אкосיסטומות נתונים מבודדות לאפשרות לבניה
גדולות ולקבלנים לצמצם את העליות של פיתוח ותחזוקת תוכנה, ולהיאץ את אימוץ הטכנולוגיות
הDIGITALיות.

המעבר לארכיטקטורות פתוחות, שהחל מזמן בתחוםים אחרים בכלכלה, הולך ומקיף גם את ענף הבניה. חברות גדולות ולוקחות ממשתפים, ובמיוחד ארגונים פיננסיים, השולטים בהשקעותuproיקטים בנייה, מציגים יותר ויותר דרישות לשימוש בנתונים פתוחים ולהבטחת גישה לקוד המקור של חישובים, היישובים ויישומים. המפתחים כבר לא צריכים רק ליצור פתרונות דיגיטליים ולהציג את המספרים הסופיים של הפרויקט - מהם מצפים שקייפות, שחזור ועכמאות מספק. **יישומים חיצוניים**.

השימוש בפתרונות עם קוד פתוח יכול לסייע בפיתוח בכך שאנו אם מפתחים חיצוניים מפסיקים לשיתף פעולה או עוזבים את הפרויקט, זה לא ישפיע על האפשרות להמשך פיתוח הכלים והמערכות. אחד היתרונות המרכזים של נתונים פתוחים הוא יכולת שלהם להפסיק את התלות של מפתחי היישומים בפלטפורמות ספציפיות לגישה לנוטונים.

אם חברה לא יכולה להפסיק להלוטין להשתמש בפתרונות קנייניים, פשרה אפשרית היא השימוש בשיטות הנדסה הפוכה שיטות אלו, שהן חוקיות וمبرסנות טכנית, מאפשרות להמיר פורמטים סגורים לפורמטים נגישים, מובנים ומתאים למילוי. זה חשוב במיוחד במקרים שבהם יש צורך להתחבר למערכות מיוושנות או להעביר מידע מנוף תוכנה אחד לאחר

אחד הדוגמאות הבולטות בהיסטוריה של המעבר לפורמטים פתוחים ושימוש בהנדסה הפעכה (פריצה הוקית הנמצא בשימוש נרחב DWG, של מערכות קנייניות (בבנייה הוא הסיפור של המאבק לפתיחה פורטט בשנת 1998, בתגובה למונופול של אחד מספקי התוכנה, 15 ספקי (CAD).) במערכות תכנון ממוחשבות שטרתה הייתה לספק למפתחים כלים חינמיים "Open DWG", אחרים הקימו ברית חדשה בשם CAD (הסתנدرט זה-פקטו להעברת שרטוטים (ambil הוצרך להשתמש DWG ועצמאיים לעבודה עם פורמט סגורים. אירוע זה היה נקודת מפנה, שאפשרה לעשרות אלפי חברות לקבל גישה API-בתוכנה קניינית או בפופולרי, מאז סוף שנות ה-80 ועד היום, וליצור פתרונות תואמים CAD הופשית לפורטט הסגור של פתרון שנוצר לראשונה כבר בשנת 1996 "Open DWG" SDK, 1996-כיום, ה-CAD-שהקנו יתרון תחרותי בשוק מהו צו לישום הרשמי DWG נמצא בשימוש כמעט בכל הפתרונות בהם ניתן ליבא, לערוך וליצא פורטט DWG. של מפתח פורטט

טרנספורמציות דומות מתהששות גם אצל ענקיות טכנולוגיות אחרות. מיקרוסופט, שהיתה פעם סמל לגישה קניינית ורכשה את Azure החלה להשתמש בLINQקס בתשתיות שירותי הענן, NET Framework. פתחה את קוד המקור של GitHub (שחררה מודלים של אינטלקנציה Meta כדי להזק את מעמדו בקהילה הפתוחה. חברת GitHub המנכ"ל מאrk AI כדי לקדם חדשנות ושיתוף פעולה בתחום פיתוח סוכני, Llama, מלאכותית עם קוד פתוח, כמו סדרת זוקרברג סבר כי פלטפורמות עם קוד פתוח יובילו את התקדמות הטכנולוגיות בעשור הקרוב.

קוד פתוח הוא מודל לפיתוח והפצת תוכנה, שבו קוד המקור פתוח לשימוש חופשי, ללימוד ולשינוי ולהפצה.

נתונים פתוחים ופתרונות בקוד פתוח הופכים לא רק לטרנד, אלא לבסיס של עמידות דיגיטלי. הם מעניקים לחברות גמישות, עמידות לשינויים, שליטה על הפתרונות שלהם ואפשרות להרחבת תהליכי>Digital מוביל להיות תלויים - במדיניות הספקים. ומה שהוא לא פחות, הם מחזירים לעסקים שליטה על המשאב היקר ביותר של המאה ה-21. הנתונים שלהם.

שינוי פרדיגמה: קוד פתוח כסוף עידן הדומיננטיות של ספקי התוכנה

תשיעית הבניה עומדת בפני שינוי שלא ניתן לנfn בדרכים המסורתית. הקונספט של המעבר לשימוש בנתונים, גישה ממוקדת נתונים ושימוש בכלים בקוד פתוח מבאים לרה-חשייה של כלבי המשחק שעיליהם מtabסים עיקרי תוכנת השוק.

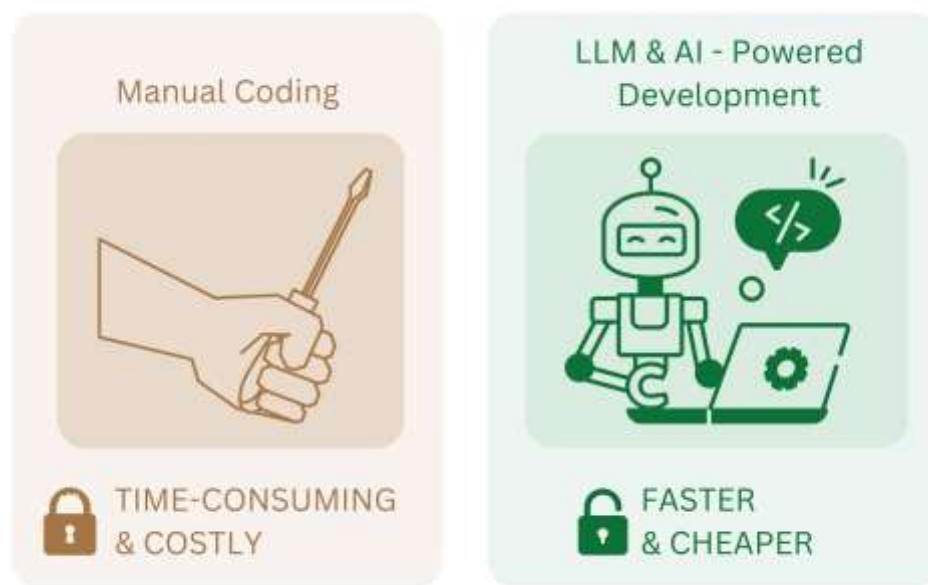
בניגוד לשינויים טכנולוגיים קודמים, המעבר זהה לא יוקדם על ידי ספקים. שינוי הפרדיגמה מאיים על מודלים עסקיים מסורתיים המבוססים על רישיונות, מנויים וייעוץ. המציגות החדש לא מציעה מוצר מוכן "בקופסה" או מנוי בתשלום - היא דורשת שינוי בתהליכי ובמחשבה

לניהול ופיתוח פתרונות ממוקדי נתונים, המבוססים על טכנולוגיות פתוחות, חברות ידרשו לבחון מחדש את התהליכי הפנימיים. אנשי מקצוע מחלוקת שונות לא רק יצטרכו לשתף פעולה, אלא גם לרה-חשיוב את הגישות לעבודה משותפת נתמצע Podrazum . (LLM). 2024 25% Google 80% 20%

McKinsey 2020, CPU GPU – Open Source- .
 , McKinsey, PwC Deloitte, , Open Source .

PwC Open Source Monitor 2019, 69% 100 Open Source . OSS : 71%
 200–499 , 78% 500–1999 86% 2000 . Synopsys OSSRA 2023 , 96% .

העתיד של תפקיד המפתח הוא לא כתיבת קוד ידנית, אלא תכנון מודלים של נתונים, ארכיטקטורת זרמים וניהול סוכני בינה מלאכותית המיצרים היישומים הנדרשים לפי בקשה. משקעי המשתמש יהפכו למינימליסטים, והאינטראקטיבית תהיה מגמות מודרניות. (3.214 אויר) דיאלוגית. תוכנות קלאסי יפנה מקום לתוכנן ברמה גבוהה ולתייאום פתרונות דיגיטליים יאפשרו להפחית – LLM (7.44 אויר) ואקויסיטמוות הנתמכות על ידי low-code (7.46 אויר) כמו פלטפורמות – AI. באופן משמעותי את העליות של פיתוח ותחזוקה של מערכות



אם היום אפליקציות נבנו ידנית על ידי מפתחים, בעtid חלק משמעות מהקוד ייווצר על ידי פתרונות מבוססי בינה **3.214 אויר –LLM- מלאכותית**.

המעבר זהה לא יהיה דומה לקודמים, וספק תוכנה גדולים ככל הנראה לא יהיו הקטלייזוטורים שלו. מחקר של בית הספר לעסקים של הרווארד "ערך התוכנה עם קוד פתוח" לשנת 2024 [40], מעריך את העלות הכוללת של תוכנה עם קוד פתוח משתני נקודות מבט. מצד אחד, אם נחשב כמה כף היה דרוש כדי ליצר את כל הפתרונות הקיימים עם קוד פתוח מאפס, הסכום הזה היה כ- 4.15 מיליארד דולר. מצד שני, אם נניח שככל חברה מפתחת את המקבילות שלה לפתרונות קוד פתוח עצמה (מה שקרה בכל מקום), (ambil גישה לכליםקיימים, העלות הכוללות של העסקים לכך היו מגיעות לסכום עצום של 8.8 טריליאון דולר – זו עלות הביקוש –

לא קשה לנחש שאין ספק תוכנה גדולה המעוניינים לצמצם את שוק התוכנה עם פוטנציאל עלות של 8.8 טריליון דולר ל-4.15 מיליארד בלבד. זה היה אומר צמצום הביקוש ביותר-מ-2,000 פעמים. שניוי כזה פשוט לא יהיה רוחני עבור ספקים, שהמודלים העסקיים שלהם מבוססים על שימירה על תלות ל��חות בפתרונות סגורים ממש שנים רבות. لكن חברות המתיינות לכך שמשהו יציע להן פתרון נוח ופתוח מוכן לשימוש", עשוית להתאכזב — ספקים כאלה פשוט לא יופיעו"

המעבר לארכיטקטורה דיגיטליתفتحה לא אומר צמצום שירותי או הכנסות. להפך, הוא יוצר תנאים למודלים עסקיים גמישים ואדפטיביים, שעם הזמן עשויים להדיח את השוק המסורי של רישיונות ותוכנה באזיות. במקומם מכירת רישיונות — שירותים, במקומם פורמטים סגורים — פלטפורמות פתוחות, במקומם תלות בספק — עצמאות. ואפשרות לבנות פתרונות לפי הצרכים האמתיים. אלה שבעבר פשוט השתמשו בכליים, יכולו להפוך לשותפים שלהם ואילו אלה שמסוגלים לעבוד עם נתונים, מודלים, תרחישים ולוגיקה — ימצאו את עצמן במרכז הכלכלה הדיגיטלית החדשת של הענף. بدون בשינויים אלה ובפתרונות החדשניים, המודלים העסקיים ופורמטי שיתוף הפעולה המתהווים סביר נתונים פתוחים בחלק העסקי והאחרון של הספר.

שינויים API פתרונות המבוססים על נתונים פתוחים וקוד פתוח יאפשרו לחברות להתמקדム לא במאבק עם אינטגרציה של מערכות סגורות, אלא ביעילות של תהליכי העסקים. המעבר המודע לארכיטקטורה פתוחה מעניק אפשרות להעלות באופן משמעותי פוטנציאלית וולפהית את התלות בספקים.

המעבר למציאות חדשה אינו רק שינוי בגישה לפיתוח תוכנה, אלא גם רהור חדש של העיקרון עצמו של עבודה עם נתונים. במרקזו השני הזה לא נמצא הקוד, אלא המידע: המבנה שלו, זמינותו ויכולת הפרשנות שלו. וכך נתחנים פתרונות חלק בלתי נפרד מהארQUITECTURA הדיגיטלית החדשה becoming, ומשורדים יוצאים לחזיות.

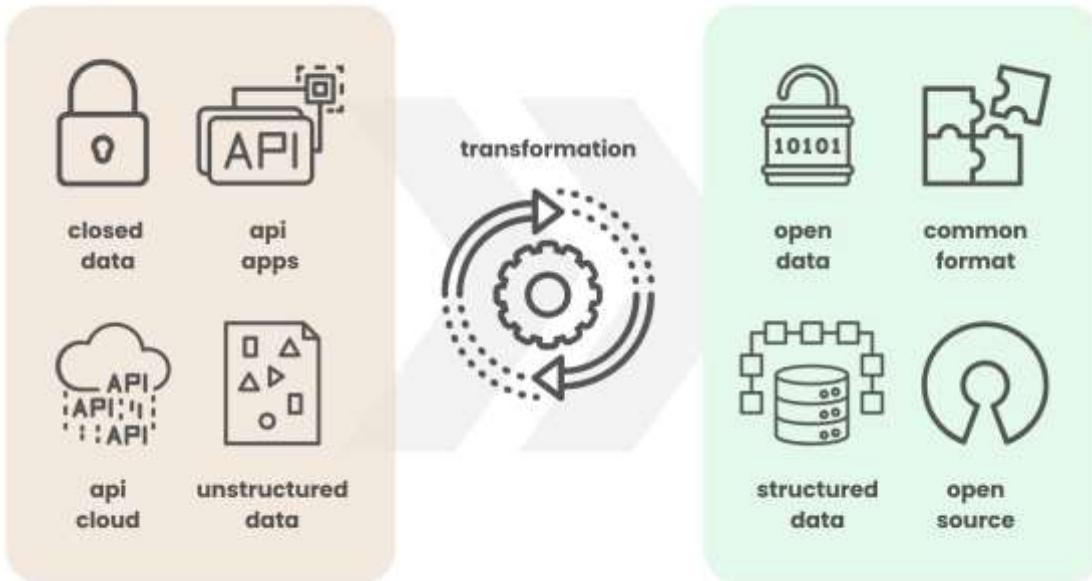
נתונים פתוחים מובנים: יסוד של טרנספורמציה דיגיטלית

אם בעשורים הקרובים יציבות העסק הוגדרה במידה רבה על ידי הבחירה בפתרונות תוכנה ותלות בספקים מסוימים, אז בעידן הכלכלה הדיגיטלית המודרנית, גורם המפתח הוא יכולת הנתחנים והוא יכולת העבודה הייעילה איתם. קוד פתוח הווה חלק חשוב מהפרדיגמה הטכנולוגית החדשה, אך הפוטנציאל שלו מתגלה באמצעות רק כאשר יש נתונים ברורים, מאורגנים וניתנים לקריאה על ידי מכונה. בין כל סוגים מודלי הנתונים, נתונים פתוחים ומוסדרים הופכים לאבן הפינה של טרנספורמציה דיגיטלית בת קיימה.

היתרון המרכזי של נתונים פתוחים והוא הפרשנות החד משמעית והיכולת לעיבוד אוטומטי. זה מאפשר להעלות באופן משמעותי את היעילותה הנו ברמת פעולות בודדות והן ברמת הארגון כולם.

לניהול העברת נתונים AI לפי דוח של דלויט "תהליכי העברת נתונים במהלך שינוי ארגוניים", "עבודה עם מסודרים היא קריטית. לפי דוח ממשלה בריטניה "אנגלטיקה של נתונים ובנייה מלאכותית במימוש פרויקטים ממשלתיים" (2024), (הסרת מחסומים בהחלפת נתונים בין פרויקטים וארגוני שונים היא גורם מפתח להעלאת היעילות בניהול פרויקטים. במסמך מודגש כי סטנדרטיזציה של פורמטי נתונים והטמעת עקרונות של נתונים פתוחים מאפשרים להימנע מהכפלת מידע, למזרע אובדן זמן ולהגברת דיוק התחזיות.

עבור תעשיית הבניה, שבה קיימת מסורתית רמה גבוהה של פיצול ומגוון פורמטים, ההליך הסידור-איחודות נתונים ופתרונות מסוודרים משחקים תפקיד מכרייע ביצירת הליכים מסוודרים ומנווהלים. הם מאפשרים למשתפי הפרויקט להתמקד בהגברת הפרודוקטיביות ולא בפתרון בעיות טכניות הקשורות לחוסר תאימות של פלטפורמות סגורות, מודלי נתונים ופורמטים.



נתונים פתוחים ומוסודרים מפחיתים את התלות בפתרונות תוכנה ופלטפורמות ומיצים חדשות.

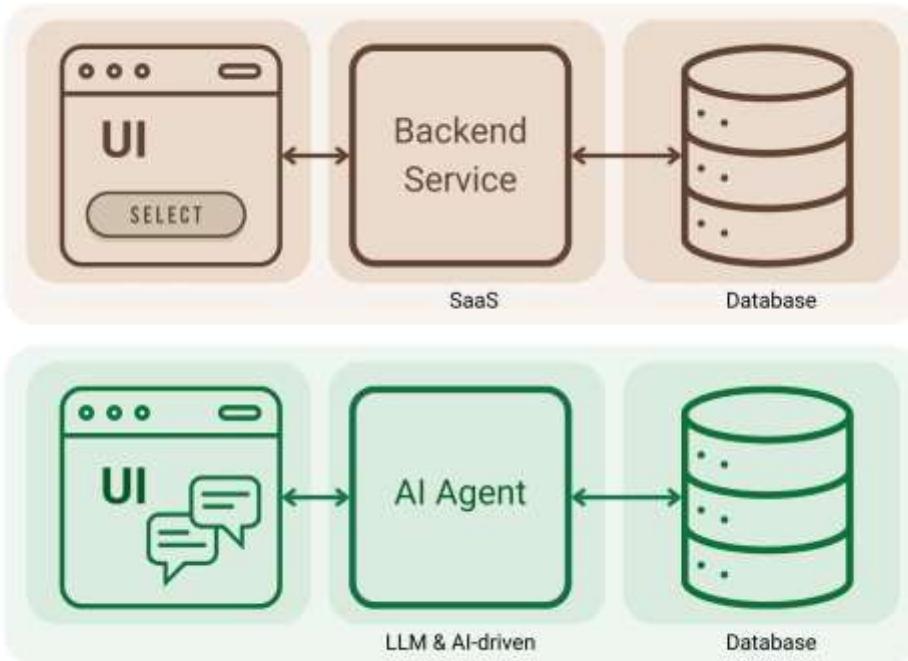
הטכנולוגיות המודרניות, הכלים שנבחן בהמשך הספר, מאפשרים לא רק לאוסף מידע, אלא גם לנحوו אותו אוטומטית, להסיר הoppelות, לתיקן שגיאות, لنרגמל ערכיהם. זה אומר שהאנאליטים וההנדסים עובדים לא עם מסמכים מנוקטים אלא עם בסיס ידע מאורגן, המתאים לניתוח, אוטומציה וקבלה החלטות.

עשה את זה פשוט ככל האפשר, אבל לא פשוט יותר

אלברט איינשטיין, פיזיקאי תאורטי (השתיקות הציגות שנייה במחולקה) –

כיום, רוב המשקימים משתמשים לעובודה עם נתונים יכולים להיווצר אוטומטית - מבלי הצורך לכתוב קוד ידנית עבור כל מקהה עסק. לשם כך, יש צורך בשכבת תשתית, שבניה את מבנה הנתונים, המודול והלוגיקה ללא הנחיה נוספת רק נתונים מובניםאפשרים גישה כזו: טפסים, טבלאות, מסננים וצורות יכולם להיווצר אוטומטית עם מינימום עלויות – תכונות –

המשקימים החשובים ביותר, הקרייטיים למשתמש, עשויים לדרוש שיפוט ידני. אך ברוב המקרים – שזה בין 50 ל-90 אחוזים מהתריטים העבודה – די ביצירת יישומים וחישובים אוטומטיים מבלי להשתמש בישומים מיוחדים לכך 90 מה שפחתת באופן משמעותי את העלויות לפיתוח ולתחזקה, מצמצם את מספר השגיאות ומאיצץ את יישום הפתרונות הדיגיטליים.



- דיאגרמה 3.216 Um AI עם LLM. מודלים ארכיטקטוניים לעבודה עם נתונים: ארכיטקטורת יישומים מסורתיות ומודל מונחה

המעבר מארכיטקטורות המבוססות על יישומים נפרדים למערכות מנוהלות אינטלקטואלית, המתבססות על מודלים הוא הצעד הבא באבולוציה הדיגיטלית. בארכיטקטורה כזו, נתונים מובנים הופכים לא רק לאובייקט (LLM) לשוניים המסוגלים לנתח, לפרש ולהמליץ על פעולות בהתאם להקשר, AI אחסון, אלא גם לבסיס האינטראקציה עם כלים של בפרקם הבאים נבחן דוגמאות אמיתיות ליישום ארכיטקטורה המבוססת על נתונים מובנים פתוחים, ונראה כיצד מודלים לשוניים מיועדים לפреш, לאמת ולעבד נתונים באופן אוטומטי. מקרים מעשיים אלה יעזרו להבין טוב יותר כיצד הלוגיקה הדיגיטלית החדשה פועלת בפועל - ואילו יתרונות היא מספקת לחברות המוכנות לשינוי.



פרק 3.3. מודלים לשוניים גדולים ותפקידם בעיבוד נתונים וบทליכי עסקים

צ'אט מודלים לשוניים גדולים: ChatGPT, LlaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok

היתה המשך טבעי של התנועה עבר נתונים פתוחים מובנים ופילוסופית (LLM) הופעת המודלים הלשוניים הגדולים הקוד הפתוח. כאשר הנתונים הופכים לארגוניים, זמינים וקראים על ידי מכונה, הצד הבא הוא כל המאפשר לתקשר עמו. מידע זה מבלי הצורך לכתוב קוד מורכב או להזיק בידע טכני מיוחד.

המ תוצר ישיר של פתיחות: מערכות נתונים פתוחים גדולים, פרסומים ונתונת הקוד הפתוח. ללא LLM ChatGPT מארמים מדעים פתוחים, נתונים טקסט זמינים ותרבות הפיתוח המשותף, לא היו קיימים לא הם במובן מסוים "דיסטילט" של הידע הדיגיטלי המctrבר של האנושות, שנאסר LLM אחרים ולא הוכשר בוכחות עקרונות הפתוחות.

ChatGPT® (OpenAI), LlaMa™ (Meta AI), Mistral DeepSeek™, Grok™ (xAI), Claude™ (Anthropic), QWEN™ (Anthropic) מודלים לשוניים גדולים מודרניים מספקים אפשרות לנוכח נתונים בשפה טבעית. זה הופך את העבודה עם מידע זמין לא רק למפתחים, אלא גם לאנגליסטים, מהנדסים, מעצבים, מנהלים ומומחים אחרים, שהו בעבר רזרקים מתכוна

הוא אינטלקטואלית מלאכותית, שהוכשרה להבין וליצור טקסט על LLM (Large Language Model), בסיס כמות עצומה של נתונים שנאספו מכל רחבי האינטרנט. היא מסוגלת לנתח הקשר, לענות על שאלות└קיקים שיחה, לכתוב טקסטים וליצור קוד תוכנה.

או סקירה, כמו גם R SQL, אם בעבר הוויזואליות, עיבוד או ניתוח נתונים דרש ידע בשפת תכנות מיוחדת: פיתוחן ורבות אחרות, אז החל משנת 2023 המצב השתנה באופן דיגיטלי DB יכולת לעבוד עם ספריות כמו Pandas, Polars או Dask. עכשו המשמש יכול פשוט לתאר מה הוא רוצה לקבל - והמודול ייצור את הקוד בעצמו, יבצע אותו, יוציא טבלה או גраф ויסביר את התוצאה. לראשונה מזה שנים, התפתחות הטכנולוגיות לא הלה בדרך של סיכון, אלא בדרך של רזיליאנציה ופשטות ונגישות.

העיקנון הזה - "עיבוד נתונים במלים" (פרומפטים) - סימן שלב חדש בהתחפתחות העבודה עם מידע, למעשה העלה את יצירת הפתרונות לרמה גבוהה יותר של אבטחה. בדומה לכך, כמו שבמעבר לא היה צורך להבין את היסודות הטכניים של האינטרנט כדי להפעיל חנוונות מקוונות או ליצור אתרים באמצעות וורדפרס, ג'ומלה ומערכות מודולריות אחרות עם קוד פתוח (מחבר הספר עובד עם מערכות כאלה מאז 2005, כולל בתחום הפלטפורמות המקוונות החינוכיות וההנדסיות) מה שהוביל לצמיחה מרשים של תוכן דיגיטלי ועסקים באינטרנט - היום מהנדסים, אנגליסטים ומנהלים יכולים לאוטומט LLaMA, החזקים - הן חינמיים והן עם קוד פתוח, כמו LLM את התליכי העבודה מבלי לדעת שפות תכנות. בכך תורמים Mistral, Qwen, DeepSeek.

מודלים לשוניים גדולים: איך זה עובד

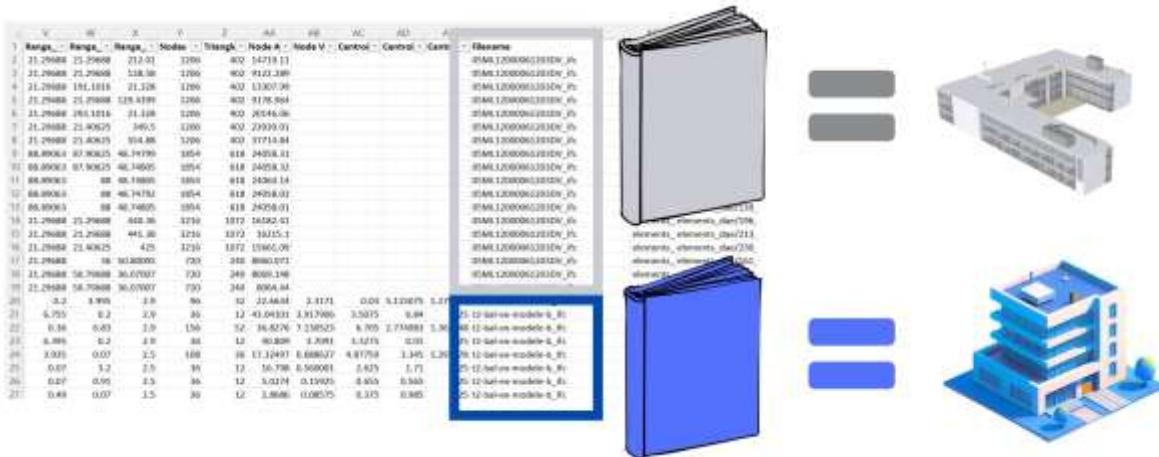
הם רשות (ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok) מודלים לשוניים גדולים הנורונים שהוכשרו על כמות עצומה של נתונים טקסט מהאינטרנט, מאמרים, ספרים, מילונים ומקורות אחרים. המשימה העיקרית שלהם היא להבין את הקשר של השפה האנושית וליצור תשובות משמעותיות.

המודרניים עומדת ארכיטקטורת הטרנספורמר, שהוצאה על ידי הוקרים מגול בשנת 2017. רכיב מרכזי LLM-בסיסי המאפשר למודול לחקות בחשבון את הקשרים בין מילים ללא (attention) בארכיטקטורה זו הוא מנגן תשומת הלב תלות במיקומן בטקסט.

מציר מרוחק את הדרך שבה אדם לומד שפה - רק במליאון פעמים יותר LLM תהליך ההכשרה של המודל מנה מיליארדי דוגמאות לשימוש במילים ובביטויים, ומגלה דפוסים במבנה השפה ובלוגיקה של המעברים המשמעותיים. במהלך זאת, כל הטקסט מפרק לטוקנים - יחידות משמעות מינימלית (מילים או חלקים מהן), אשר לאחר מכן מומרות לוקטורים למרחב רב-ממד. ייצוגים וקטוריים אלה מאפשרים למכונה "להבין" את הקשרים הסמליים בין המונחים, ולא רק לפעול על הטקסט בהתאם של תווים.

מודלים לשוניים גדולים אינם רק כלים לייצרת טקסט. הם יודעים להזות משמעות, למצוא קשרים בין מושגים ולבוד עם נתונים, גם אם הם מוצגים בפורמטים שונים. העיקר הוא שהמידע יהיה מפרק למודלים מובנים ויוצר בצורה של ליעוד LLM-טוקנים, עימם יכול ה

גישה זו יכולה להתבצע גם בפרויקטים בנייה. אם נחשוב על הפרויקט בעל טקסט ייחודי, שבו כל בניין, רכיב או מבנה הם טוקנים, יוכל להתחיל לעבוד מיד עם זיהויו. פרויקטים בנייה יכולים להתרחק לקטגוריות, פרקים וקבוצות פסקאות, המורכבות מטוקנים מינימליים - רכיבי הפרויקט הבנייתי. על ידי המרת מודלים נתונים לפורמט מובנה, יוכל LLM גם להמיר נתונים מובנים לבסיסי נתונים וקטוריים, שהם מקור אידיאלי ללמידה מכונה וטכנולוגיות כמו



רכיב בפרויקט בנייה הוא כמו טוקן בטקסט: יחידת המינים שמננה ונוצרם קבועות (פרקים) קטגוריות (של כל פרויקט)

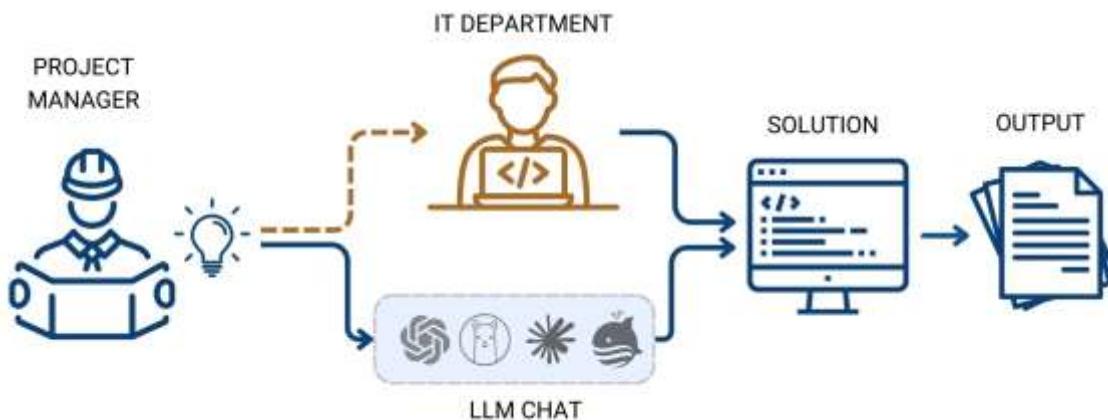
אם פרויקט הבניה דיגיטלי ורכיבו מוצגים כטוקנים או וקטוריים, מתאפשרת גישה אליהם לא באמצעות בקשנות יכולת להבין את משמעות - LLM פורמליות נוקשות, אלא בשפה טבעית. כאן מתגלה אחד היתרונות המרכזים של

הבקשהohlhabr אותה לננות המתאים.

כדי לקבל את הנתונים הנדרשים - הוא יכול פשוט, תוך Python או קוד SQL המהנדס כבר לא חייב לכתוב בקשה ומבנה הנתונים, לנוכח את המשימה בדרכם המוכרת: מצא את כל המבנים מבטון מזוין עם דרגת בטון LLM הבנת עבודה, וחישב את הנפח הכלול שלהם." המודול מזהה את משמעות הבקשה, ממיר אותה לצורת קריאה על ידי מכונה B30 מעלה. מוצא את הנתונים (מקבץ וממיר (ומוחזר את התוצאה הסופית.

מסמכים, טבלאות, מודלים של פרויקטים מומרתו לייצוגים וקטוריים) הטעמה (ונשמרות בסיס הנתונים. כאשר המשמש שאלת הבקשה גם היא מומרת לוקטור, והמערכת מוצאת את הנתונים הקרובים ביותר במשמעותם. זה להסתמך לא רק על הידע שהוכשר, אלא גם על נתוני החברה העדכניים, גם אם הם הופיעו לאחר סיום LLM-מאפשר לכשרות המודול.

בבנייה הוא יוכל ליצור קוד תוכנה. במקרה להעביר את LLM אחד היותר החשובים ביותר של המפרט הטכני לתוכנת, המומחים יכולים לתרגם את המשימה בשפה טבעית, ומהודル ייצור את הקוד הנדרש, שניתן להשתמש בו) על ידי העתקתו מהشيخה (ביצירת קוד לאוטומציה של תהליכי. מודלי מאפשרים למומחים ללא ידע עמוק בתכנות לתרום לAUTOMATION ולSHIPMENT תהליכי העבודה של LLM החברה.



- מספקים למשתמשים אפשרות לכתוב קוד ולקבל תוצאות מבלי צורך בקשרי תוכנות LLM

בשנה 2024, שבו השתתפו SAP 300 ומומן על ידי מחקר שנערך על ידי Wakefield Research למשך 47% מהנכים בכירים בחברות עם הכנסות שנתיות של לפחות 1 מיליארד דולר בארצות הברית: 52% בוגרים לניתוח נתונים והמלצות לקבלת החלטות. 48% נוספים AI מהמנכ"לים הבכירים סומכים על ליזהוי סיכונים שלא נלקחו בחשבון, ו- 40% - להציג תוכניות חלופיות. בנוסף, 40% AI-משתמשים בפיתוח מוצרים חדשים, תכנון תקציב וביצוע מחקרי שוק. המחקר גם הראה השפעה AI-משתמשים על החיים האישיים: 39% מהנשאלים ציינו שיפור באיזון בין עבודה לחיים אישיים, 38% AI חובה של דיווח על שיפור בריאות הנפש, ו- 31% - על ירידת ברמות הלחץ.

נסארים כלים לחישוב להשתמש בהם בצורה מודעת. כמו כל (LLM) עם כל הכוח שלהם, מודלים לשוניים גדולים

טכנולוגיה, יש להם מגבלות. אחת הביעות המוכרות ביותר היא מה שנקרא "הזיות" - מקרים שבהם המודל מספק תשובה שנראית סבירה, אך למעשה היא שגויה. לכן, חשוב להבין כיצד המודל פועל: אילו נתונים ודוגמאות הוא יכול לפרש ללא מוגבל לתאריך ההכשרה LLM שגיאות, כיצד הוא מפרש בקשות ומאפיין הוא שואב מידע. כמו כן, יש לזכור שהידע של שלה, ולא חיבור לנושאים חיצוניים, המודל עשוי לא להתחשב בתכנים, מחירים או טכנולוגיות עדכניות.

אוטונומיים AI הפתرون לביעות אלו הוא עדכון קבוע בסיסי נתונים וקטוריים, חיבור למקורות עדכניים ופיתוח סוציאלי שאינם רק עוניים על שאלות, אלא גם משתמשים בנושאים באופן פרוaktיבי לצורך למידה, מנהלים משימות, מזהים סיכונים, מציעים אפשרויות אופטימיזציה וմבקרים את ביצועי הפרויקט.

בבנייה אינו רק חידוש טכנולוגי. זהו שינוי פרדיגמה, השרת מחותמים בין אנשים LLM המעביר למשקי נתונים. זו הזדמנות לעובד עם מידע בקלות כמו שאנונו מדברים זה עם זה - ובו בזמן לקבל תוצאות מדויקות, מאמנות ומכונות לפעולה.

החברות שיתחלו להשתמש בכלים כאלה לפני אחרים, יקבלו יתרון תחרותי משמעותי. זהו גם האצה בעבודה, גם ההפחתת עלויות, וגם שיפור יכולות הפתרונות הפרויקטטיים בזכות גישה מהירה לנושאים ואפשרות למצוא תשובה לשאלות בענן עשוי להיות כורך LLM מורכבות בהירות. אך יש לזכור בחשבן גם את סוגיות האבטחה. השימוש בשירותי LLM בסיכון דליפת נתונים. לכן, יותר ויותר ארגונים מוחפשים פתרונות חלופיים המאפשרים להפעיל כלים של בתשתית הפנימית שלהם - באופן מקומי, עם הגנה מלאה ושליטה על המידע.

שימוש במודלים לשוניים גדולים מקומיים עבור נתונים רגילים של החברה

הראשונים בשנת 2022 סינהו שלב חדש בהתפתחות האינטלקטואלית המלאכותית. עם זאת LLM-הופעתם של צ'אט מיד לאחר הפעלת המודלים הלו על השאלת המתבקש: עד כמה בטוחה להעביר נתונים ובקשות הנוגעות לחברת לענן? רוב המודלים הלשוניים בענן שמרו את היסטוריית השיחות והמסמכים שהועלו על השרתיהם שלהם, ובעור AI. חברות העובdot עם מידע רגי, זה הפך למשמעותי בדרך לישום.

(Open Source) אחת מהפתרונות היחידים והלוגיים ביותר לבעה זו היא הפעלת מודלים פתוחים של החברה. בנגדוד לשירותי ענן, המודלים המקומיים פועלם AI-באופן מקומי, בתוך חשתית ה (LLM) ללא חיבור לאינטרנט, אינם מעבירים נתונים לשרתים חיצוניים ומעניקים לחברות שליטה מלאה על המידע.

יום מבחינת ביצועים זומה למודלים סגורים [כמו Open Source LLM המודל הפתוח הטוב ביותר. אך בפיגור של כשליש שנים, ChatGPT, Claude],

Epoch AI, 2024. ב- קוטיה, חוקרי בכיר בארגון מחקר לא-למטרות רווח -

LLaMA חברות הטכנולוגיה הגדלות החלו להציג את המודלים הלשוניים הגדולים שלהם לשימוש מקומי. סדרת מסין הרכזו לדוגמאות למעבר לארכיטקטורה פתוחה DeepSeek והפרויקט המפתחה בהירות Meta הפתוחה של

גם השיקו מודלים חזקים, הופשיים מהמגבלות של פלטפורמות קנייניות. יוזמות אלו לא **Falcon**-**Mistral**, לצד זאת רק האיצו את הפתוחות של אינטיגנץיה מלאכותית עולמית, אלא גם העניקו לחברות, שהשוב להן נושא הפרטויות חלופות ממשיות בוגר לעצמות, גמישות ועמידה בתקני אבטחה.

בסביבה העסקית, במיוחד בתעשייה הבניה, הגנת נתונים היא לא רק עניין של נוחות, אלא גם של עמידה ברגולציה עבודה עם מסמכי מכרז, אומדנים, שרטוטים והתקבויות סודיות דורשת שליטה קפנית. כאן מודלים לשוניים מקומיים מספקים את הביטחון הנדרש שהנתונים ישארו בתוך גבולות החברה.

	Cloud LLMs (OpenAI, Claude)	Local LLMs (DeepSeek, LLaMA)
Data Control	Data is transmitted to third parties	Data remains within the company's network
License	Proprietary, paid	Open-source (Apache 2.0, MIT)
Infrastructure	Requires internet	Operates in an isolated environment
Customization	Limited	Full adaptation to company needs
Cost	Pay-per-token/request	One-time hardware investment + maintenance costs
Scalability	Easily scalable with cloud resources	Scaling requires additional local hardware
Security & Compliance	Risk of data leaks, may not meet strict regulations (GDPR, HIPAA)	Full compliance with internal security policies
Performance & Latency	Faster inference due to cloud infrastructure	Dependent on local hardware, may have higher latency
Integration	API-based integration, requires internet access	Can be tightly integrated with on-premise systems
Updates & Maintenance	Automatically updated by provider	Requires manual updates and model retraining
Energy Consumption	Energy cost is covered by provider	High power consumption for inference and training
Offline Availability	Not available without an internet connection	Works completely offline
Inference Cost	Pay-per-use model (cost scales with usage)	Fixed cost after initial investment

מודלים מקומיים מספקים שליטה מלאה ואבטחה, בעוד שפתרונות מבוססי ענן מציעים אינטגרציה נוחה ועדכונים **3.33. ריש** - אוטומטיים

- **3.33. ריש:** יתרונות מרכזיים של מודלים לשוניים פתוחים מקומיים שליטה מלאה על הנתונים. כל המידע נשאר בתוך החברה, מה שמנוע גישה לא מורשת ודילוף נתונים מבודדות. זה גם AI עבודה עצמאית. נמנעת תלות בחיבור לאינטרנט, דבר שהושב במיוחד לעובדה בתשתיות

מבחן עבודה רציפה בתנאים של סנקציות או הסיות של שירות ענן.

גמישות בשימוש. המודל יכול לשמש לייצרת טקסטים, ניתוח נתונים, כתיבת קוד תוכנה, תמייה בתכנון וניהול תהליכי עסקים.

התאמה לצרכים עסקים. ניתן לאמן את המודל על מסמכים פנימיים, מה שמאפשר לקחת בחשבון את המאפיינים הגרפיים של עבודות החברה ותחום עיסוקה. ניתן לחבר את המודל הלשוני המקומי למערכות CRM, ERP, BI או CRM.

על שרת, לגישה של צוות משתמשים שלם, בועלות של DeepSeek-R1-7B פריסת מודל הינמי ופתוח מבוססי ענן, כמו API Doler החדש, עשוי להיות זולה יותר מהפתרונות השנתיים עבור 1000 ChatGPT או ומאפשרת לחברות לשנות להלוטן נתונים, למנוע את העברתם לאינטרנט או GDPR. ולווער לעמוד בדרישות רגולציה, כמו.

בתעשייה אחרת, מודלים לשוניים מקומיים כבר משנים את הגישה לאוטומציה. בשירותי תמייה הם עונים על שאלות המנתחים קורות חיים ומחפשים מעמדים - HR נפוצות של לקוחות, מפחיתים את העומס על המוקדנים. במלחמות רלוונטיים. במסחר אלקטרוני - הם יוצרים הצאות מותאמות אישית, מבלי לחושף נתונים משתמשים בתחום הבניה צפוי אפקט דומה. בזכות אינטגרציה של מודלים לשוניים עם נתוני פרויקטים ותקנות ניתן להזין את הנקה המסמכים, לאוטומט את הנקה האומדנים ולבצע ניתוח חזוי של עלויות. כיוון מבחן במיוחד הוא השימוש במודלים לשוניים בשילוב עם טבלאות מובנות וזאתה פרימיום.

שליטה מלאה על בניית מלאכותית בחברה ואיך להפעיל מודל לשוני גדול משלך

באופן מקומי בתוך מספר שעות בלבד. זה מעניק (LLM) הכלים המודרניים מאפשרים לחברות להפעיל מודל שפה גדול שליטה מלאה על הנתונים והתשתיות, מסלק את התלות בשירותי ענן חיצוניים ומחית את הסיכון לדיליפת מידע. פתרון כזה הוא במיוחד רלוונטי לארגוני העובדים עם מסמכי פרויקט רגילים או נתונים מסוימים חסויים.

בהתאם למשימות ולמשאים, זמינים תרחישי פריסה שונים - מפתרונות מוכנים "מהקופסה" ועד לארכיטקטורות גמישות, המאפשר להפעיל מודלים לשוניים בליחצת כפתור אחד Ollama, וניתנות להרחבה. אחד הכלים הפחותים ביותר הוא Ollama: לא צריך בידע טכני עמוק. התחלת מהירה עם

1. מהאתר הרשמי (Windows / Linux / macOS) הורד את ההפעלה עבור ממערכת ההפעלה של ollama.com

2. התקן את המודל דרך שורת הפקודה. לדוגמה, עבור המודל Mistral:

```
ollama run mistral
```

3. לאחר ההפעלה, המודל מוכן לעבודה - תוכל לשולח בקשות טקסט דרך הטרמינל או לשלב אותו בכלים אחרים. הפעיל את המודל ובצע בקשה

איך ליצור חישוב עם כל המשאבים לעובדה לחתנת קיר גבס ברוחב 100 "מ"?

אפליקציה הינמית עם ממשק המזכיר את - LM Studio עבר מי שמעידף לעבוד בסביבה ויזואלית מוכרת, קיים ChatGPT:

על ידי הורצת ההפצה מהאתר הרשמי LM Studio התכן את Imstudio.ai

והורד אותו (Falcon או GPT-Neo-X, למשל) דרך הקטלוג המובנה, בחר במודול

אך להלוטין מקומי עובד עם המודול דרך ממשק אינטואיטיבי, המזכיר את ChatGPT,

	Developer	Parameters	GPU Requirements (GB)	Features	Best For
Mistral 7B	Mistral AI	7	8 (FP16)	Fast, supports multimodal tasks (text + images), fully open-source code	Lightweight tasks, mobile devices, laptops
LLaMA 2	Meta	7–70	16–48 (FP16)	High text generation accuracy, adaptable for technical tasks, CC-BY-SA license	Complex analytical and technical tasks
Baichuan 7B/13B	Baichuan Intelligence	7–13	8–16 (FP16)	Fast and efficient, great for large data processing, fully open-source code	Data processing, automating routine tasks
Falcon 7B/40B	Technology Innovation Institute (TII)	7–40	8–32 (FP16)	Open-source, high performance, optimized for fast work	Workloads with limited computational resources
DeepSeek-V3	DeepSeek	671	1543 (FP16) / 386 (4-bit)	Multilingual, 128K token context window, balanced speed and accuracy	Large enterprises, SaaS platforms, multitasking scenarios
DeepSeek-R1-7B	DeepSeek	7	18 (FP16) / 4.5 (4-bit)	Retains 92% of R1 capabilities in MATH-500, local deployment support	Budget solutions, IoT devices, edge computing

קוד פתוח מקומיים LLM השוואת מודלים פופולריים של 3.34. ריש.

Mistral 7B מודלים קטנים, כמו (рис. 3.34). הבחירה במודל תלויה בדרישות לmairot, דיק ויכולות חומרה ומינota דורותים DeepSeek-V3 מתאימים למשימות קלות ולמכשורים ניידים, בעוד שמודלים חזקים, כמו Baichuan 7B-LLM-משאים היישובים משמעותיים, אך מספקים ביצועים גבוהים ותמייה בשפות רבות. בשנים הקרובות, שוק המכדים את כל LLM יפתח בmairot - נראה יותר וייתר מודלים קלים ומיוחדים. במקומ מודלים אוניברסליים של תוכן האנושי, יופיעו מודלים שהוכשרו על מומחיות צרה. לדוגמה, ניתן לצפות להופעת מודלים המיועדים אך ורק מודלים מיוחדים כאלה היו מהירות, מדוקים CAD. לעובדה עם היישובי הנדסה, אומנות בנייה או נתוניiformים וב吐ohim יותר לשימוש - במיוחד בסביבה מקצועית, שבה חשובה אמינות גבוהה ועומק נושא.

המקומי, ניתן להתאים אותו למשימות ספציפיות של החברה. לשם כך, נעשה שימוש בטכניקת LLM-fine-tuning לאחר הפעלת הشبנה המודול עובר אימון נוספת על מסמכים פנימיים, הוראות טכניות, תבניות חוזים או מסמכים, עדכון נוסף פרויקט.

עוזרי מודלים לשוניים גדולים אינטלקטואליים עם גישה לנוטני החברה: RAG

בעסקים הוא אינטגרציה של המודלים עם נתונים ארגוניים עדכניים LLM השלב הבא בהתפתחות השימוש במודלים של הפקת תוכן עם תמייה בהפקת מידע - הפקה עם תמייה בהפקת מידע. בארכיטקטורה RAG בזמן אמת. גישה זו נקראת זו, מודל השפה הופך לא רק לממשק דיאלוגי, אלא לעוזר אינטלקטואלי מלא, המסוגל להתמצא במסמכים, שרטוטים מסדי נתונים ולספק תשובה מדויקת, בהקשר ובנסיבות

הוא יכולת להשתמש בנוטנים פנימיים של החברה מבלי צורך לאמן מחדש את RAG היתרון המרכזי של המודול, תוך שמירה על דיוק וGamification גבוהה בעובודה עם מידע

משלבת שני מרכיבים עיקריים RAG טכנולוגית

- שרטוטים PDF, המודול מתחבר לאחסוני נתונים - מסמכים, טבלאות, קבצי: הפקת מידע ומיפוי מידע רלוונטי על פי בקשת המשתמש

על בסיס המידע שהופק, המודול יוצר תשובה מדויקת: הפקת תשובה ומבוססת, תוך התחשבות בהקשר ובנסיבות של הבקשה

יש לבצע מספר צעדים - עם תמייה ב LLM כדי להפעיל

הנתונים: אספו את המסמכים, השרטוטים, המפרטים והטבלאות הנדרשים. הם עשויים להיות בפורמטים Excel ו-PDF-ובמבנה שונים,

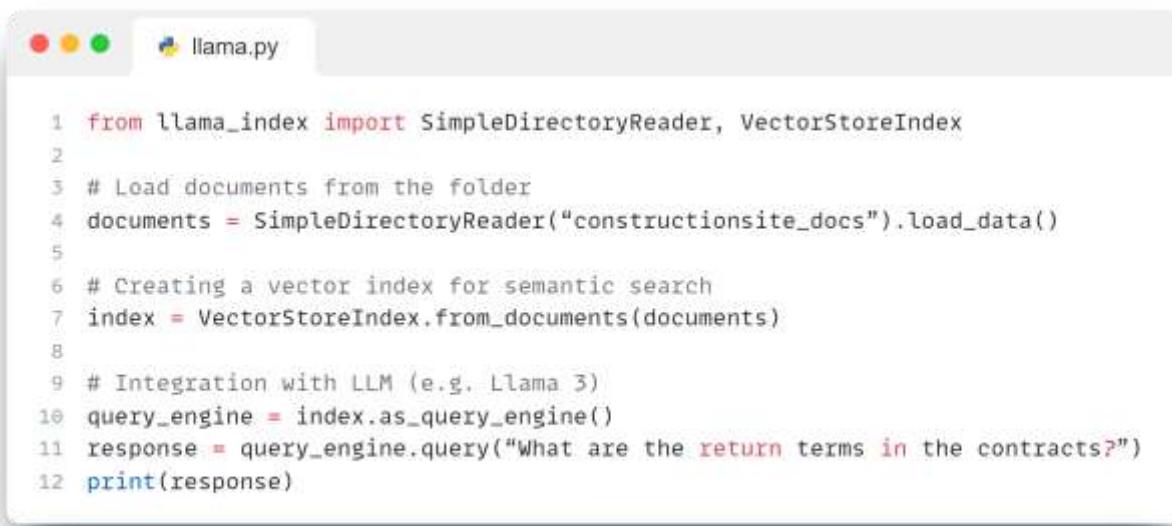
הנתונים מומראצים, LangChain או llamaIndex אינדוקציה והוקטוריזציה: באמצעות כלים כמו לייצוגים וקטוריים, המאפשרים למצוא קשרים סמנטיביים בין קטעי טקסט (על בסיסי נתונים וקטוריים והמרת CAD, 8 כמויות גדולות לייצוג וקטורי, כולל פרויקטי).

בקשה לעוזר: לאחר טיענת הנתונים, ניתן לשאול את המודול שאלות, והוא יחפש תשבות במסגרת בסיס הנתונים הארגוני, ולא במידע הכללי שנאסף מהאינטרנט.

ובה מאוחסנים חוזים, הוראות, אומדנים וטבלאות. באמצעות constructions_site_docs נניה שבחברה יש תקيبة ניתן לסרוק את התקيبة זו ולבנות אינדוקציה וקטורתית: כל מסמך יומר לקבוצה (3.35 איר) Python סקריפט וקטוריים, המשקפים את התוכן הסמנטיבי של הטקסט. זה הופך את המסמכים ל"מפתח משמעויות" שבו המודול יכול להתמצא ביעילות ולמצוא קשרים בין מונחים וביטויים

לדוגמה, המודול "זכור" שמילים כמו "הזהרה" ו"דרישה" מופיעות לעיתים קרובות בפרק החזה העוסק במשלוח חומרים (שורות קוד 11 - 3.35 איר)? לאחר הבניה. לאחר מכן, אם נשאל שאלה - לדוגמה, מהו המועד להחזרת המוצר נתה את המסמכים הפנימיים וימצא את המידע המדוק, פועל עוזר אינטלקטואלי המסוגל לקרוא ולהבין את LLM

תוכן כל הקבצים הארגוניים.



```
1 from llama_index import SimpleDirectoryReader, VectorStoreIndex
2
3 # Load documents from the folder
4 documents = SimpleDirectoryReader("constructionsite_docs").load_data()
5
6 # Creating a vector index for semantic search
7 index = VectorStoreIndex.from_documents(documents)
8
9 # Integration with LLM (e.g. Llama 3)
10 query_engine = index.as_query_engine()
11 response = query_engine.query("What are the return terms in the contracts?")
12 print(response)
```

קורא את תקיות הקבצים - בדומה לאופן שבו אדם פותח אותה ומחפש את המסמך הנדרש **LM 3.35** אויר.

להרצת הקוד IDE-וב Python-נדבר יותר על השימוש ב **Python**. ניתן להריץ את הקוד על כל מחשב שבו מותקן בפרק הבא.

מוקנית אינה רק טרנד, אלא החלטה אסטרטגית עבור חברות אמריקות אבטחה וגיישות. עם זאת, פרישת **LLM** פריטות בין אם על מחשבים מקומיים של החברה או באמצעות פתרונות מקוונים - היא רק הצעד הראשון. כדי לישם את **LLM** במשימות אמיתיות, חברות צרכות להשתמש בכלים המאפשרים לא רק לקבל תשובה בצ'אטים, אלא גם **LLM** יכולה זה השוב להרחבה הפתرونנות - **תהליכיים-LLM**-לשמר את הלוגיקה שנוצרה כקובד שנייתן להריץ מהוזע להקשר השימוש ב מיד על מספר פרויקטים או אפילו על כל החברה AI מאורגנים כראוי אפשריים לישם את הפיתוחים של.

משחקת תפקיד חשוב. כלים מודרניים לתוכנות אפשררים לא רק (IDE) בהקשר זה, הבחירה בסביבה פיתוח מתאימה ETL-Pipeline-אלא גם לשלב אותם בתהליכי עסק קיימים, והופכים אותם ל **LLM** לפתח פתרונות מבוססי אוטומטיים.



פרק 3.4. עם תמייה במודלים לשוניים גדולים ושינויים עתידיים בתכנות IDE

מניסויים עם מודלים לשוניים גדולים לפתרונות עסקיים: IDE בחירה

(LLM) כמשמעותם בעולם האוטומציה, ניתוח נתונים ובינה מלאכותית - במיוחד בעבודה עם מודלים לשוניים גדולים מתאימה. זו תהיה הכלי המרכזי שלכם: המקום שבו יופעל הקוד (IDE) חשוב מאוד לבחור בסביבה פיתוח משולבת - משפיעה לא רק על נוחות העבודה IDE-הן על מחשב מקומי והן בתוך הרשת הארגונית. הבחירה ב-LLM שנוצר על ידי לפתרונות מלאים המומלאים בתחום עסק אמיתיים LLM-אלא גם על כמה מהר תוכל לעבור מבקשות ניסיונות ב.

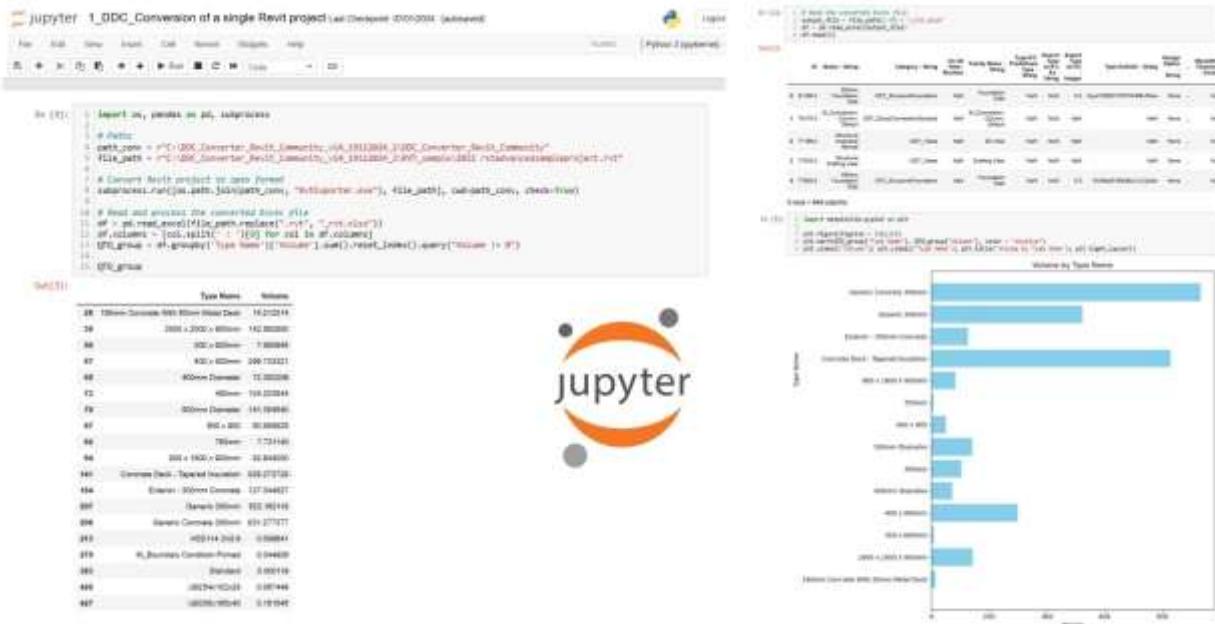
(סביבת פיתוח משולבת (היא קומפלקס בניית אוניברסלי על המחשב שלכם לאוטומציה של תהליכי IDE ועיבוד נתונים. מקום לאחסן בנפרד מסור, פטיש, מקדחה וככלים אחרים, יש לכם מכשיר אחד שיכול לבצע מתקנים היא מרחיב IDE. לשות הכל - להתחזק, לקבע, לחקור, ואפיו לבדוק את איות החומרים אחד שבו ניתן לכתוב קוד (באנגלית לבניה - ליצור שרטוטים, לבדוק את פעולתו (בנייה מודל הבניין) למצוא שגיאות (כמו בדיקת עמידות המבנים בבנייה (ולחשיך את הפרויקט המוגמר (מסירת הבית לשימוש).

פופולריים IDEs סקירה של:

היא מתאימה מאוד לפרויקטים Python. מקצועית ועוצמתית עבור IDE PyCharm® (JetBrains) היא אינטראקטיביים Jupyter רציניים בזכות כמות גדולה של פונקציות מובנות. עם זאת, התמיכה הבסיסית בקבץ זמינים רק בגרסה בתשלום, ומתחילה עם שווים למצוא את המשך עמוס ידי (IPYNB).

הוא פורט של מחברות IPYNB (Interactive Python Notebook) קובץ עם סיומת .shvo קוד, ויזואלייזציה והסבירים מאוחדים במסמך אחד Jupyter® Notebook, אינטראקטיביות של -.פורמט זה אידיאלי לבנית דוחות, ניתוחים ותספרי לימוד

ומגון IPYNB-הוא כלי מהיר, גמיש ונגיש להתקאה אישית עם תמייה הינמית ב (VS Code® (Microsoft) ותוספים לעובדה GitHub Copilot תוספים. הוא מתאים גם למתחילה וגם למקצוענים. אפשר לשלב את עם מודלים לשוניים, מה שהופך אותו לבחירה מצוינת עבור פרויקטים בתחום הבינה המלאכותית ומדוע הנתונים בחירה קלאסית ופופולרית לניסויים ולמידה. אפשר לכתוב קוד להוסיפה הסברים – Jupyter Notebook ולייצור צעדים LLM אידיאלי לבדוק השערות בהירות, לעבד עם 3.41 (או) ולהזות תוצאות באותו משך – Anaconda Navigator – ממשק גרפי לניהול סביבות Python.



3.41 Jupyter Notebook Pipeline. הוא אחד הכלים הנוחים והפופולריים ביותר ליצירת תהליכי אירור.

Google Collab™-אלטרנטיבת Jupyter, Kaggle ו-GPU/TPU-המספקת גישה חינמית לתוכנה מקומית ועם אפשרות לעבוד ישירות מהדפדפן. תומך באינטגרציה עם Google Drive ו-Google Gemini (LLM) – לאחרונה.

	PyCharm	VS Code	Jupyter Notebook	Google Colab
Complexity	High	Medium	Low	Low
.ipynb support	Paid	Free	Built-in	Built-in
Copilots	Yes	Yes	Yes	Yes
Computing resources	Local	Local	Local	Cloud
For whom	Professionals	Universal	Beginners	Experimenters

3.42 הוא אחד הכלים הנוחים והפושים ביותר ליצירת תהליכי PIPELINE. IDE: Jupyter Notebook השוואת IDE: Jupyter Notebook

מודרניזם מאפשרים להפוך ניסויים לפרטנות ועובדים במחירות Jupyter Notebook במהירות, נשא את AI תלואה במשימות שלך. אם אתה רוצה להתחל ל לעבוד עם IDE-הבחירה בprincipal – להתחיל. כלים PyCharm או VS Code או Google Collab.

המתוארים אפשרים ליצור פיפליינים לעיבוד נתונים – כולל שרשאות של מודולים של קוד (שיכולים IDE-כל ה

שכל אחד מהם אחראי על שלב מסוים, לדוגמה, LLM להיות מוצרים על ידי

תרסיטים אנלייטיים ■

שרשראות של חילוץ מידע מסמכים ■

RAG, ■ תגבות אוטומטיות על בסיס

יצירת דוחות וחוות נתוניות ■

בזכות המבנה המודולרי, כל שלב ניתן ליעזוג כחלק נפרד: טעינת נתונים → סינון → ניתוח → חזרה נתונים → יצואות. ניתן לעשות שימוש חוזר בחלקים אלו, בהתאם ולבנות שרשראות חדשות, כמו קונסטרוקטור, רק עבור נתונים עבור מהנדסים, מנהיגים ואנאליסטים, זה פותח אפשרות לטעות את הלוגיקה של קבלת החלטות בצורה של קוד, שיכול גישה זו מסייעת להאיץ משימות שגרתיות, לאוטומט פעולות סטנדרטיות וליצור תהליכי LLM להיות מוצר בעזרת נתונים לשזרור, שבהם כל שלב מתוועד וברור לכל חבריו הוצאות.

Apache Airflow (7.23 איר) ETL Pipelines פרטימנס נוספים על לבניית בלוקים של לוגיקה באוטומציה של תהליכי ידונו בחלקים 7 ו-8 של Apache NiFi (7.45 איר) ch8-ו (7.44 איר) GitHub Copilot: המציג קוד על בסיס הערות או AI עוזר AI-מתממשק (PyCharm, VS Code, GitHub Copilot) מושגים מודרניים אין רק עורך טקסט עם הדגשת תחביר – הוא הופכות לעוזרים אינטeligנטיים, המסוגלים להבין את הלוגיקה שלuproject, להשלים קוד AI ואיפלו להסביר כיצד פועל קטע קוד מסוים. בשוק מופיעים מרחבים רבים הפיתוח המוכר בעזרת

--- . הספר

עם תמייה במודלים לשוניים גדולים ושינויים עתידיים בתכנות IDE

אינטרגרציה של אינטיגנציה מלאכותית בתהליכי פיתוח משנה את הנוף של התכנות. סביבות מודרניות אין רק עורך טקסט עם הדגשת תחביר – הוא הופכות לעוזרים אינטיגנטיים, המסוגלים להבין את הלוגיקה שלuproject, להשלים קוד AI ואיפלו להסביר כיצד פועל קטע קוד מסוים. בשוק מופיעים מרחבים רבים הפיתוח המוכר בעזרת

GitHub Copilot: המציג קוד על בסיס הערות או AI עוזר AI-מתממשק (PyCharm, VS Code, GitHub Copilot) מושגים מודרניים אין רק עורך טקסט עם הדגשת תחביר – הוא הופכות לעוזרים אינטיגנטיים, המסוגלים להבין את הלוגיקה שלuproject, להשלים קוד AI ואיפלו להסביר כיצד פועל קטע קוד מסוים. בשוק מופיעים מרחבים רבים הפיתוח המוכר בעזרת

VS Code Cursor: מאפשר לא רק להשלים קוד, אלא גם לשאול שאלות על AI עם ליבת VS Code פורק של Cursor. הפוך, להפוך תוצאות וללמוד על בסיס הקוד.

PyCharm IDE JetBrains PyCharm: PyCharm של JetBrains מוסף ל PyCharm, מושגים מודרניים אין רק עורך טקסט עם הדגשת תחביר – הוא הופכות לעוזרים אינטיגנטיים, המסוגלים להבין את הלוגיקה שלuproject, להשלים קוד AI ואיפלו להסביר כיצד פועל קטע קוד מסוים. בשוק מופיעים מרחבים רבים הפיתוח המוכר בעזרת

Amazon CodeWhisperer: של Amazon AWS עם דגש על אבטחה ותמייה בשירותי Copilot-מקביל ל PyCharm. התכוון בשנים הקרובות יעבור שינויים דרמטיים. המוקד העיקרי יוזז מכתיבת קוד שגרתית לעיצוב מודלים וארQUITECTURA, ייקח על עצמו משימות שגרתיות: ייצור קוד, בדיקות AI-נתונים - המפתחים יתעסקו יותר בעיצוב מערכות, בעוד שהם מוכנות לוחות על עצמן את AI-תיעוד ופונקציות בסיסיות. העתיד של התכנות הוא שיתוף פעולה בין בני אדם להשגרה התכנית, ואנשים מתחמדים ביצירתו.

תגיאר לrama חדשה – סביבות הפיתוח ימדו להתאים IDE התכוון בשפה טבעית יהפוך לעניין יומיומי. התאמה אישית של את עצמן לסגנון העבודה של המשתמש, וחברות, צופות דפוסים, ייצעו פתרונות הקשר ולמודות על בסיס פרויקטים קודמים.

זה לא מבטל את תפקוד המפתחה, אך משנה אותו באופן דרמטי: מכחיתת קוד - לניהול ידע, אינטואיטיביות ותהליכיים. אבולוציה כזו תיגע גם בתחום העסקיים, שבו יצירת דוחות, ויזואלייזציות ואפליקציות צ'אט וסוכני, LLM-ו AI לתמיכה בקבלת החלטות מתחרש יותר ויותר דרך יצירת קוד ולוגיקה בעזרת ממשק.

ובחרה את סביבת הפיתוח המתאימה, השלב החשוב הבא הוא ארגון הנתונים. תהליך LLM לאחר שהחברה הגדרה צ'אט זה כולל חילוץ מידע ממוקורות מפוזרים, ניקויו, המרתתו לצורת מבנה ויישומו במערכות ארגוניות.

בגישה המודרנית המודקדת בנתונים לניהול נתונים, המטרה המרכזית היא להביא את הנתונים לצורת יוניברסלית אחת. שתיהן תואמת למגוון רחב של כלים ואפליקציות. לדוגמה עם תהליכיים נתונים מובנים נדרשות ספריות מיוחדות לפיתון. היא מאפשרת לעבד נתונים Pandas אחת מהספריות חזקות, הგמישות והופופולריות ביותר היא ספרייה טבלאים בנווהות:لسן, לקבץ, לנקוט, להשלים, לבצע ארגניזיות ולבנות דוחות.

כלי חיוני לעבודה עם נתונים Python Pandas:

toplסת מקום מיוחד. זו אחת מהספריות הפופולריות והנמצאות בשימוש Pandas, בעולם ניתוח ואוטומציה של נתונים. נרחב בשפת התכנות פיתון, המיעודת לעבודה עם נתונים מובנים.

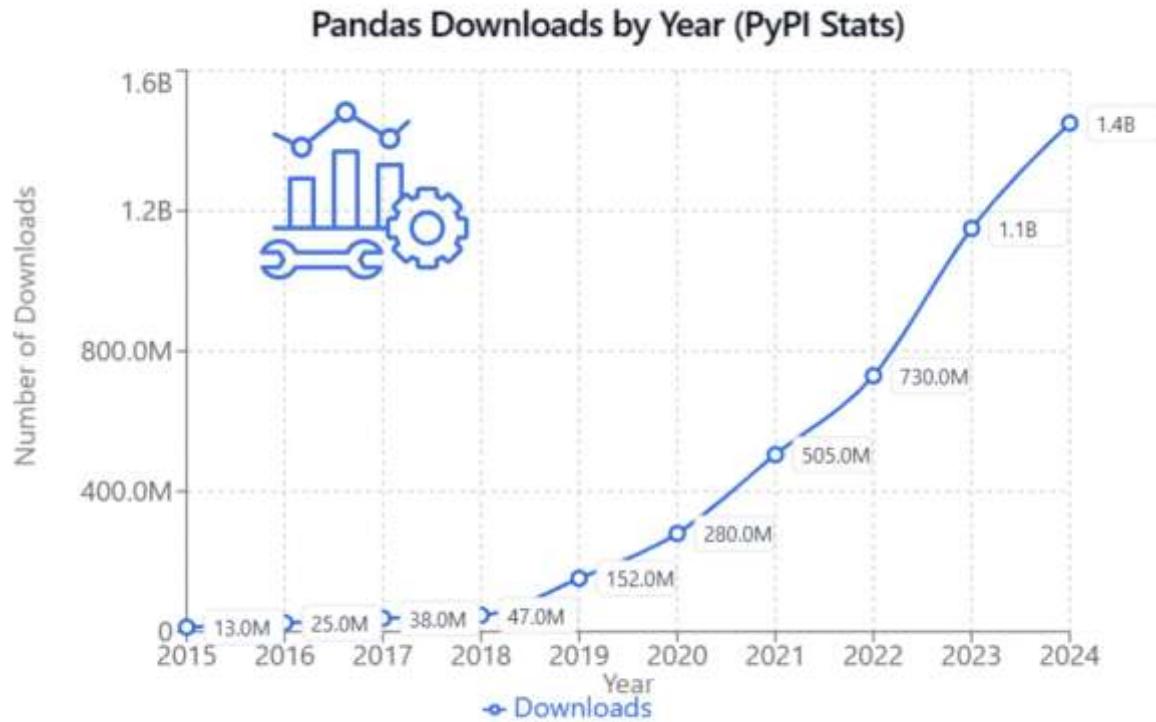
ספרייה היא כמו סט של כלים מוכנים: פונקציות, מודולים, מחלקות. כמו שבאתר בנייה לא צריך כל פעם להציג פטייש או פלס, כך גם בתכונות ספריות אפשרות לפתור בעיות במהירות מבלי להציג פונקציות ופתרונות בסיסיים.

היא ספרייה פיתון עם קוד פתוח, המספקת מבני נתונים בעלי ביצועים גבוהים וrintoואיטיביים Pandas היא כמו סcin שווייצרית DataFrame. פורמט אוניברסלי לעבודה עם טבלאות - ופרט עבר אור אוליסטים, מהנדסים ופתחים העובדים עם נתונים.

פיתון – שפת תכנות ברמה גבוהה עם תחביר פשוט, בשימוש נרחב בניתוח נתונים, אוטומציה, למידת מכונה ופיתוח. אפליקציות שלה מוסברת על ידי קרייאות הקוד, תמייה בפלטפורמות שונות וakoיסטמה עשרה של ספריות עד היום נוצרו עבור פיתון יותר מ-137,000 חבילות קוד פתוח, ומספר זה ממשיך לגודל כמעט מדי יום. כל ספרייה כזו היא מעין מאגר של פונקציות מוכנות: מהפעולות המתמטיות הפחותות ביותר ועד לכליים מורכבים לעיבוד תונות ניתוח נתונים גדולים, עבודה עם רשתות נירונים וrintoוארציה עם שירותים חיצוניים.

במילים אחרות, דמיינו שיש לכם גישה חופשית ופתוחה למאות אלפי פתרונות תוכנה מוכנים – ספריות, וכלים, אותם תוכלו לשלב ישירות בתחום העבודה שלכם. זה כמו קטלוג עצום של אפליקציות המיעודות לאוטומציה, ניתוח, ויזואלייזציה, אינטגרציה ועוד – וכל זה זמין מיד לאחר התקנת פיתון.

פנדס – אחת מהabilities הפופולריות ביותר באקויסיטמת פיתון. בשנת 2022, ממוצע הורדות של ספרייה פנדס הגיע ל-4 מיליון ביום, בעוד שבתחילת 2025 מספר זה עלה ל-12 מיליון הורדות ביום, מה שמעיד על הפופולריות והגוברת LLM-ו המשמש הנרחב בה בניתוח נתונים ובצ'אטים של -

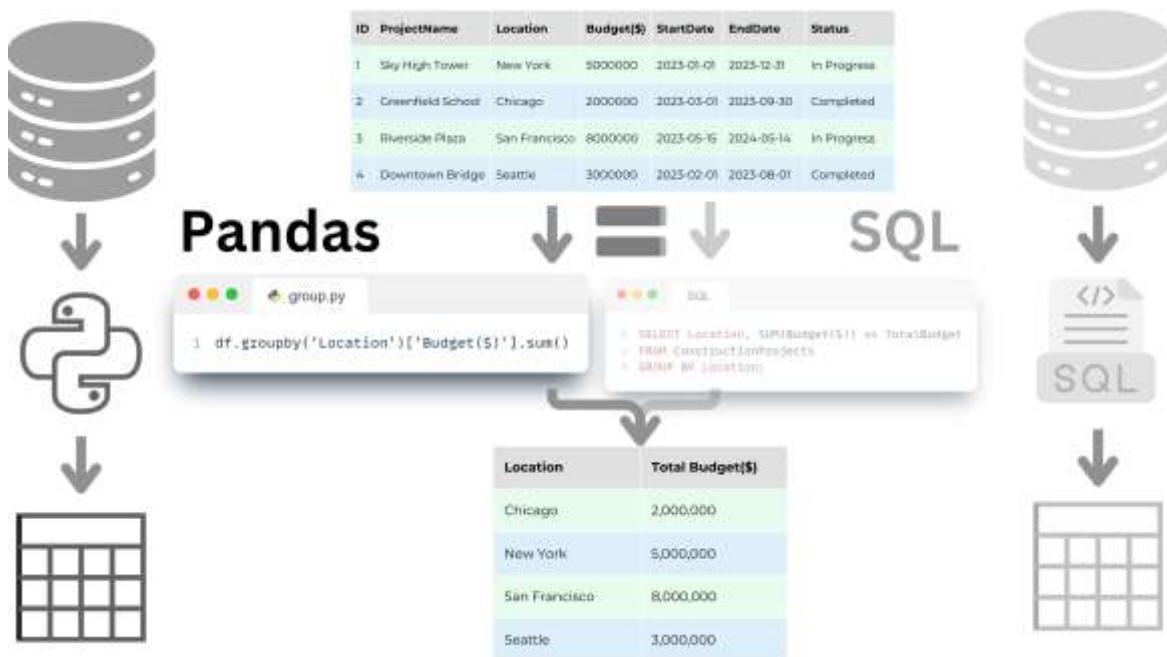


- פנדס – אחת מההסתירות המורדות ביוטר. בשנת 2024, מספר ההורדות השנתי שלו עבר את ה- 1.4 מיליארד

אשר דנו בה בפרק "מסדי נתונים, SQL שפת השאלות בספרייה פנדס דומה בפונקציונליות שלא לשפת השאלות SQL רלציוניים ושפת השאלות SQL".

בעולם הניתה והניהול הנתונים המובנים, פנדס מתבלטת בפשטות, מהירות ועוצמה, ומספקת למשתמשים מגוון רחב של כלים לניטה ועיבוד מידע לצורה ייעילה.

המסורתית. הם Excel-ופנדס – מספקים יכולות חזקות לעובודה עם נתונים, במיוחד בהשוואה ל-SQL – שני הכלים מותאמים לעובודה עם מסדי נתונים רלציוניים, בעוד SQL-תוכמים בפועלות כמו דגימה, סינון, כאשר ההבדל הוא ש מה שמאפשר להריצן אותה על כל מחשב, מבלי הצורך ליצור מסדי נתונים, (RAM) שפנדס מעבדת נתונים בזיכרון – ולהקים תשתיות נפרדות -

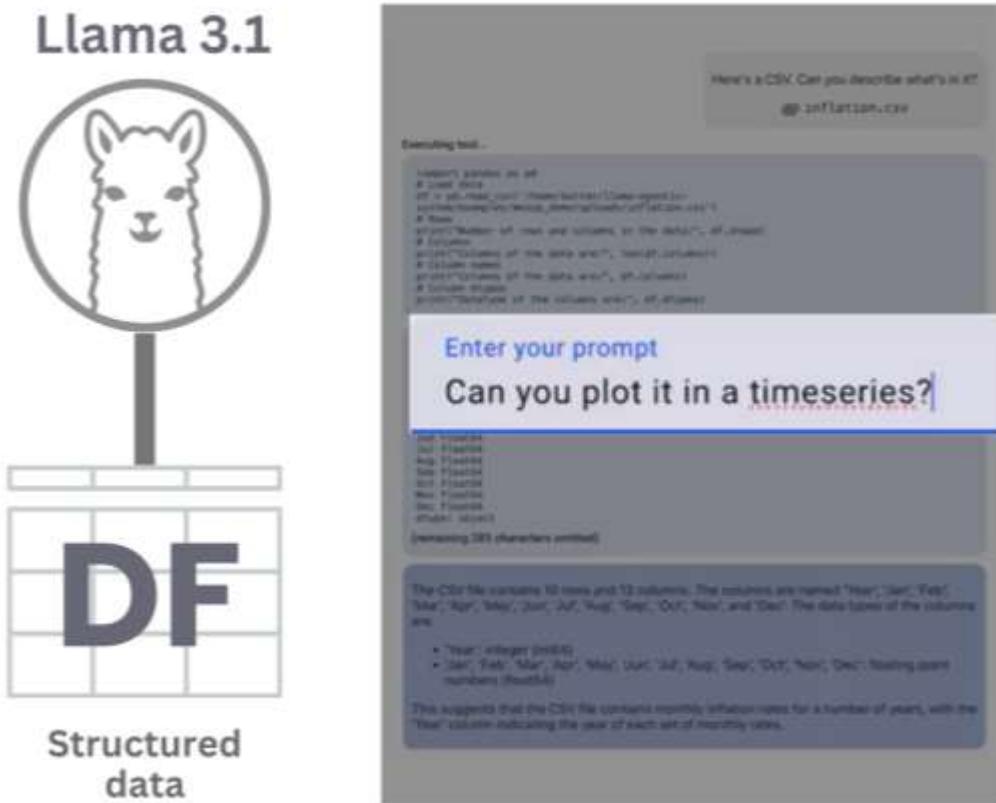


- מציעה גמישות בעבודה עם פורמטים שונים, מבלי להיות מוגבלת למסדי נתונים, SQL-פנדס, בנגוד ל

ומניפולציה של (ETL) פנדס משמשת לעיתים קרובות במחקר מדעי, אוטומציה של תהליכיים, ייצור צינורות הוא הסטנדרט לניהול מסדי נתונים ומשמש לעיתים קרובות בסביבות ארגוניות לעובדה SQL-נתונים בפייתון, בעוד ש. עם כמותות גדולות של נתונים

ספרייה פנדס בשפת התכנות פיתון מאפשרת לבצע לא רק פעולות בסיסיות, כמו קראיה וכתיבה של טבלאות, אלא גם שימוש מורכבות יותר, כולל שילוב נתונים, קבוצת נתונים וביצוע חישובים אנליטיים מורכבים.

LLM משמשת לא רק במחקר אקדמי ובארגוני עסקים, אלא גם בשילוב עם מודלים של Pandas, ספרייה LLaMA 3.1, 2024, שמה פיסבוק™ (Meta פיתוח החדש בקוד פתוח לדוגמה, מחלוקת CSV דגש מיוחד על עבודה עם נתונים מובנים, והפכה את עיבוד מסדי הנתונים המובנים (איור 3.45 בפורמט CSV -
ישירות ביצ'אט לאחד מהמרקם המרכזים והראשונים בשחרור שלה Pandas ואינטגרציה עם ספרייה



Meta LLaMa 3.1 – אחד מהמודלים הראשונים והמרכזים שהציגו צוות **AIora** בשנת 2024 היה בניית אפליקציות.

הוא כל חוני עבור מילויו מודיעין נתונים המבדים ומכוונים עבור אינטיגניציה מלאכותית Pandas לא שינויים בקוד תהיה צעד ממשמעותי קדימה. מודיעין נתונים יכולו לעבוד נתונים בתוך Pandas גרטיבית. האצת דקות, ולא שעות, ולקלב כמות נתונים הרבה יותר לאימון מודלים גרטיביים של אינטיגניציה מלאכותית [88]. – גנסו NVIDIA הואנג, מייסד ומנכ"ל

בדרך כלל Excel-בuced ש-Excel נתן לניהול ולנתה מערבי נתונים, הרבה מעבר לכ יכולות של Pandas באמցאות יכול בקהלות לעבוד עם מערבי נתונים (אייר 9.12, אויר 9.110 Pandas 9.110) מטוגן לעבד עד מיליאון שורות נתונים המכילים עשרות מיליון שורות [89]. יכולות זו מאפשרת למשתמשים לבצע ניתוח נתונים מורכב ויזואלייזציה על מערבי יש תמיכה Pandas-נתונים גדולים, מה שמספק הבנה עמוקה מעמיקה ומקל על קבלת החלטות מבוססות נתונים. בנוסף, משמשים בו מדי יום באינטרנט או לא מקוון (Kaggle.com, Google Collab, Microsoft® Azure™ Notebooks, Amazon SageMaker) --ומספקים כמות גדולה של פתרונות מוכנים לכל בעית עסקיות

המודעת על ידי ספריית DataFrame, נמצאת צורה נתונים מובנית הנקראת **Python-Pandas**. רוב תהליכי האנליזה ב-**Pandas** כלויים וגייסים לארгонן, ניתוח ויזואליות של נתונים טבלאים.

פורמט אוניברסלי לנתונים טבלאים: DataFrame

המייצג טבלה דו-ממדית (איור 3.46), שבה השורות תואמות DataFrame הדרישה בספרייה Pandas, והוא המבנה המרכזי בסטנדרט DataFrame. המבנה תואם לתוכנות, פרטיטרים או קטגוריות שלהם. מבנה זה מזמין ויזואלית אך עולה עליו בהרבה גמישות, יכולת הרחבה ופונקציונליות Excel טבלאות.

הוא דרך לייצג ולעבד נתונים טבלאים, המאוחסנים בזיכרון המחשב DataFrame.

הוא דרך לייצג ולעבד נתונים טבלאים, המאוחסנים בזיכרון המחשב. בטבלה, השורות יכולות לשחק DataFrame. למשל, רכיבי פרויקט בנייה, והעמודות יכולות להיות תכונותיהם: קטגוריות, מדדי קווארדיינטות, עלויות, מועדים ועוד. בטבלה כזו יכולה להיות מידע על פרויקט אחד (איור 4.113) (כמו גם נתונים על מיליון אובייקטים מכל פרויקטם ניתנו בקלות לסנן, לקבץ ולאגד כמפורט מידע כלה, Pandas שונים (איור 9.110). (בזכות פעולות הוקטוריזציה של -במהירות גבוהה.

ID	Name	Category	Family Name	Height	BoundingBoxMin_X	BoundingBoxMin_Y	BoundingBoxMin_Z	Level
431144	Single-Flush	OST_Doors	Single-Flush	6.88976378	20.1503	-10.438	9.84252	Level 1
431198	Single-Flush	OST_Doors		6.88976378	13.2281	-1.1207	9.84252	Level 2
457479	Single Window	OST_Windows	Single Window	8.858267717	-11.434	-11.985	9.80971	Level 2
485432	Single Window	OST_Windows	Single Window	8.858267717	-11.434	4.25986	9.80971	Level 2
490150	Single-Flush	OST_Doors	Single-Flush	6.88976378	-1.15748	-2.9565	-1E-16	Level 1
493697	Basic Wall	OST_Walls	Basic Wall		-38.15	20.1656	-4.9213	Level 1
497540	Basic Wall	OST_Walls	Basic Wall		-4.5212	0.0708	9.84252	Level 1

הוא טבלה דו-ממדית עם רכיבים בשורות ואטריבוטים בעמודות DataFrame (איור 3.46) פרויקט בנייה בקרה של.

- לפי הערכת נוירדיה, כבר היום עד 30% מכל המשאבים החישוביים משמשים לעיבוד נתונים מובנים - DataFrame, וחלק זה ממשיך לגדול.

עיבוד נתונים הוא מה שעוסקת בו, נראה, שלישי מכל החישובים בעולם בכל חברה. עיבוד נתונים והנתונים של בפורמט טבלי DataFrame-Rob החברות נמצאים ב-

ג'נס חואנג, מנכ"ל נוירדיה -

DataFrame-Pandas: נפרט כמה תכונות מפתח של

הנתונים מאורגנים בעמודות, שככל אחת מהן יש לה שם ייחודי. עמודות-מאפיינים DataFrame-עמודות:

יכולות להכיל נתונים מסוימים שונים, בדומה לעמודות בסיסי נתונים או לעמודות בטבלאות.

Pandas Series – היא מבנה נתונים חד-מדי ב-Pandas, שבה לכל, דומה לרשימה או לעומדה בטבלה, שהוא גלובלי, שבסדרה נ נתונים הדומים לגמישות.

יש יותר מ-400 מאפיינים ושיטות, מה שהופך את העבודה עם נתונים לغمישה להפליא. ניתן לישם שירות אחד מתוך ארבע מאות הפונקציות הזמין על עמודה, לבצע פעולות חומרה Series, מתמטיות, מסוימות, להחליפם, לעובוד עם תאריכים, מחזרות ועוד. בסיס בפעולות וקטורייזציה, מה שמאפשר שימוש מערכאות מסוימות גדלות בהשוואה לחישובים מחזוריים. לדוגמה, ניתן בקלות להכפיל את כל הערכים במספר, להחליף נתונים חסרים או לישם טרנספורמציות מורכבות מבליל לכתבו לולאות מסובכות.

ניתן לאינדקס שורות בערכים ייחודיים. אינדקס זה מאפשר לשנות ולתקן במהירות DataFrame-שורות: נתונים בשורות מסוימות.

N-1 מקצתה לכל שורה אינדקס מ-0 עד DataFrame, Pandas אינדקס: כבירה מחדל, כאשר נוצר עם זאת, ניתן לשנות את האינדקס כך שיכלול סימוניים DataFrame-הו מספר השורות ב N אשר מיוחדים, כמו תאריכים או תוכנות ייחודיות.

פירושו שלכל שורה מוקצתה שם ייחודי או תווית, הנקראת אינדקס DataFrame-אינדקס שורות ב DataFrame.

ו `datetime64` `bool` `float` `int` `: תומך מגוון סוג נתונים, כולל DataFrame: סוג נתונים יש סוג נתונים למשל, המגדיר אילו פעולות ניתן DataFrame עבור נתונים טקסט. לכל עמודה `object` `object` `: לביצוע על תוכנה.

תומך מגוון רחב של פעולות לעיבוד נתונים, כולל ארגזית DataFrame: פעולות עם נתונים חלוקה-יישום-שילוב ועוזר שיטות רבות, (`groupby`, `concat`, `join`, `merge`) חיבור, (`pivot`, `melt`) מיזוג, (`pivot_table`) להמרת נתונים.

אפשר הוספה והסרה של עמודות ושורות, מה שהופך אותו למבנה DataFrame: מניפולציה של גלים. דינמי שניתן לשנותו בהתאם לצרכי ניתוח הנתונים

ויזואлизציה של נתונים: באמצעות הוייזואלייזציה המובנת או על ידי אינטראקציה עם ספריות – ניתן בקלות להמיר את ה, Seaborn או Matplotlib פופולריות לויזואלייזציה של נתונים, כמו lagrפים ודיגרמות כדי להציג את הנתונים בצורה גרפית DataFrame.

ספקת פונקציות לקריאה, ייצוא ויצוא נתונים בפורמטים שונים של קבצים Pandas: קלט ופלט נתונים לנקודות מרכזית לאיסוף DataFrame-מה שהופך את ה CSV, Excel, JSON, HTML, SQL וכו' כמו והפצת נתונים.

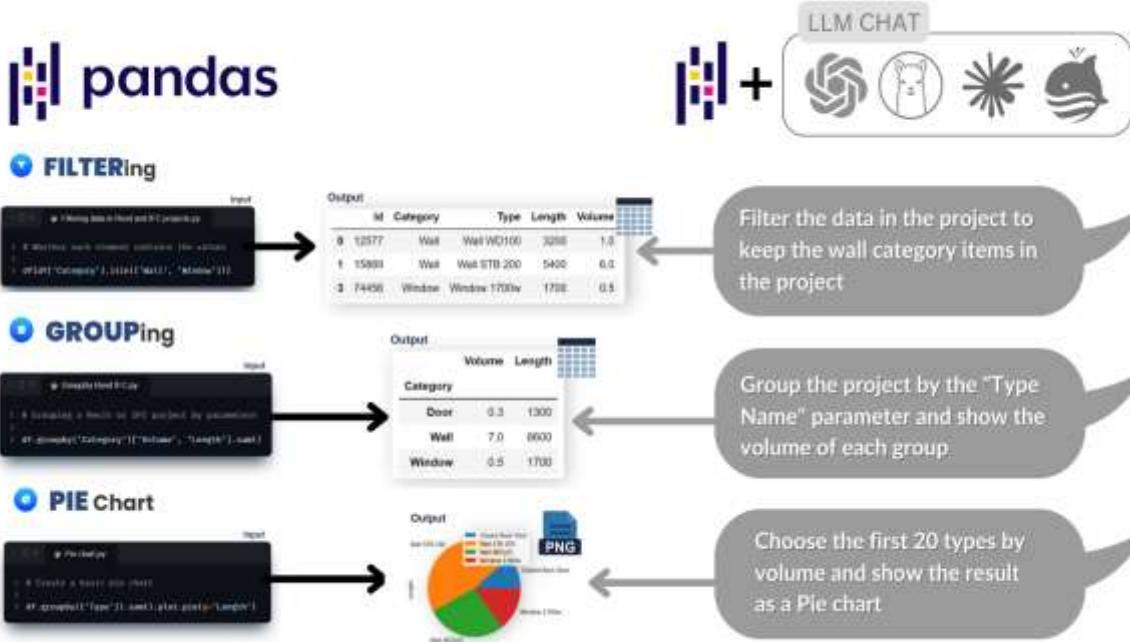
ספק גמישות וביצועים גבוהים יותר בעבודה עם DataFrame של Pandas של CSV בנגיאוד לפורמטים נתונים: הוא מאפשר לעבוד כמוניות גודלות של מידע בזיכרון, תומך במידע מתקדם (כולל תאריכים, ערכים לוגיים אינו שומר מידע על CSV-ורצפי זמן, (ספק אפשרויות רחבות לסינון, אגירה, שילוב וויזואלייזציה של נתונים. בעוד ששאר>DataFrame, לעיתים קרובות עמוס בעיצוב ויש לו יכולת סקלבייליות נמוכה CSV-XLSX-סוגי נתונים ומבנה, 1. הבחרה האופטימלית לנתח מהיר, אוטומציה של תהליכי אינטגרציה עם מודלים של בינה מלאכותית (AI) 3.47. בפרק הבא נבחן בפירות כל אחד מהאפקטים הללו של נתונים, כמו כן בחלק 8 של הספר יידונו בפירות פורמטים

--.וממערכות נתונים (איור 8.12 דומים, כגון Parquet, Apache Orc, JSON, Feather, HDF5)

	XLSX	CSV	Pandas DataFrame
Storage	Tabular	Tabular	Tabular
Usage	Office tasks, data presentation	Simple data exchange	Data analysis, manipulation
Compression	Built-in	None	None (in-memory)
Performance	Low	Medium	High (memory dependent)
Complexity	High (formatting, styles)	Low	Low
Data Type Support	Limited	Very limited	Extended
Scalability	Low	Low	Medium (memory limited)

הבחירה האופטימלית למניפולציה של נתונים עם ביצועים גבוהים ותמייה מתקדמת בסוגי נתונים - איור 3.47 DataFrame.

הפכו לסטנדרט דה-פקטו בתחום DataFrame ופורמט Pandas בזכות הsimplicity, העוצמה והקלות בשימוש, ספריריתם מתאימים באופן מושלם גם ליצירת דוחות פשוטים וגם לבניית צינורות ניתוח מורכבים. Python-הנתונים ב-LLM, במיוחד בשילוב עם מודלים של



.3.48. במקום קוד, מופיע בקשה טקסטואלית: **Pandas**: מפשטים את האינטראקטיה עם LLM אויר

ואחרים Pandas ChatGPT, LLaMa, DeepSeek, Qwen. כמו כן - LLM בשימוש פעיל בצדדים מבוססי Pandas. במקרים רבים, כאשר המודול מקבל בקשה הקשורה לעיבוד טבלאות, בדיקת נתונים או ניתוח, הוא מייצר קוד באמצעות - לשפה הטבעית לייצוג נתונים בשיחות עם בינה מלאכותית (3.48 אויר>DataFrame). מהפירתה מפשטו באופן שמעותי את הניתוח, האוטומציה והאינטרציה של Pandas טכנולוגיות עיבוד נתונים מודרניות, כמו נתונים בתהליכי עסקים. הן מאפשרות לקבל תוצאות במהירות, להפחית את העומס על המומחים ולהבטיח את שזרור הפעולות.

צעדים נוספים: ייצירת מסגרת נתונים עמידה

בחלק זה בדקנו את סוג הנתונים המרכזיים בשימוש בתעשייה הבניה, הכרנו פורמטים שונים לאחסון וניתחנו את בעיבוד מידע. הבנו כי ניהול נתונים ייעיל הוא הבסיס ל渴לת החלות, IDE-ו-LLM תפקידם של כלים מודרניים, כולל מושכלות ואוטומציה של תהליכי עסקים. ארגונים המסוגלים לבנה ולסדר את הנתונים שלהם מקבלים יתרון תחרותי שימושתי בשלבי עיבוד והמרת הנתונים.

לסייע חלק זה, כדאי להציג את הצעדים העיקריים העיקריים שיכולים לעזור ליישם את הגישות שנדרנו במשימות היומיומיות שלנו:

ערכו אודיט נתונים בתהליכיים שלכם

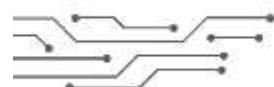
הריכבו רישום של כל סוג הנתונים שאתם משתמשים בהם בפרויקט

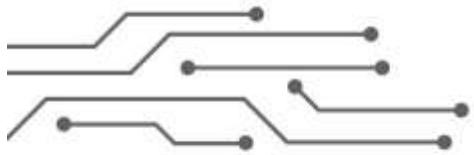
קבעו אילו סוגים ודוגמים של נתונים הם הكريיטיים ביותר לתהליכי העיסוקים שלכם

- זיהוי אזורים בעיתים שבהם המידע נשאר לעומת הערות לא מובנה, חלש במבנה או לא נגיש
- התחלו לפתח אסטרטגיית ניהול נתונים
 - העלו שאלות לגבי מדיניות וסטנדרטים לעובזה עם סוג נתונים שונים
 - נתחו אילו מהתהליכים שלכם ניתן לשפר על ידי המרת נתונים לא מובנים לנתונים מובנים
 - צרו תקנות לאחסון וגישה לנ נתונים, תוך התחשבות בביטחון ובפרטיות
- הקימו והכירו את הכלים הבסיסיים לעובזה עם נתונים
 - מותאים, התואם את הדריכים שלכם (למשל התקינו את IDE בחרו Notebook)
 - מקומית לעיבוד אישי של הנתונים שלכם LLM נסxo להתקין
 - XLSX לעיבוד נתונים טבלאים Pandas התחלו להתנסות עם ספרייה
 - את המשימות הטיפוסיות שאתם מעבדים בכלים טבלאים או בסיסי נתונים ובקשו מLLM-תאoro ב-automat את העבודה בעזרת Pandas

ישום צעדים דומים יאפשר לכם בהדרגה לשנות את הגישה לעובזה עם נתונים, לעבור ממאגים מפוזרים ולא מובנים –firstname DataFrame לאקויסטמה אחת, שבה הנתונים הופכים לנכס נגי' וברור. התחלו בקטן – צרו את Python מוקומית, אוטומטו את המשימה הראשית השגרונה בעזרת LLM הריצו Pandas, Excel-טבלאות ב-

החלק הרביעי של הספר יוקדש לשאלות איקות הנתונים, ארגונם, מבנים ומודולציה. גתמקד במתודולוגיות המאפשרות למאגרים מובנים, המתאים לניתוח – CAD וטקסטים ועד תМОנות ודגמי PDF-להפוך מקורות מידע מפוזרים – מ-automatzיה. כמו כן, נלמד כיצד מתבצע תהליכי הפורמליזציה של דרישות הנתונים, כיצד נבנים מודלים קונספטואליים (LLM) ולוגיים בפרויקטים בנייה, וכייזה תהליכי יכולם לעזור במודלים לשוניים מודרניים.





IV פָּלָק aicohot ntnim: argon, mwnah, modl

החלק הרביעי מתמקד במתודולוגיות ובטכנולוגיות המבוחחות את המרת המידע המפוזר, למאגרים מבנים באיכות גבוהה. נבחן בפירוט את תהליכי ייצור ותיעוד ורישות הנתונים כבסיס לארכיטקטורת מידע ייעילה בפרויקטים בנייה. יוצגו שיטות מעשיות להפקת מידע עם דוגמאות CAD תמנונות, קבצי טקסט, דגמי PDF מסמכי) מובנה מקורות שונים ומילויים אחריםiae (RegEx) לישום. ינותח השימוש בביטויים רגולריים אוטומטי של נתונים. יתרהmore שלב תהליך המודולציה של נתונים ברמות קונספראוליות, לוגיות ופייזיות תוך התחשבות במאפיינים של תחום הבנייה. יוצגו דוגמאות לאוטומציה של תהליכי מבנה ובדיקה מידע (LLM) קונקרטיות לשימוש במודלים לשוניים יציעו גישות יעילות להערכת תוכאות הניתוח, המבירות את נגישות המידע האנגלטי לכל רמות ניהול בפרויקטים בנייה.

4.1 פרק

המרת נתונים לפורמט מובנה

בעידן הכלכלת המונעת נתונים, הנתונים הופכים לא רק למצול אלא לבסיס לקבלת החלטות. במקום להattaים את המידע לכל מערכת חדשה ולפורטים שלה, חברות שואפות יותר ויתר ליצור מודל נתונים מובנה אחד, שישמש כמקור האמת האוניברסלי לכל התהליכים. מערכות מידע מודרניות מעוצבות לא סביב פורטימ וממשקים, אלא סביב משמעות הנתונים שכון המבנה יכול להשתנות, אך משמעות המידע נשארת קבועה הרבה יותר זמן –

המפתח לעובדה ייעלה עם נתונים אינו בהירה ובטרנספורמציה אינסופית שלהם, אלא בארגון הנכון מלכתחילה: יצירת מבנה אוניברסלי, המסוגל להבטיח שקייפות, אוטומציה וឥינטגרציה בכל שלב בمعالג חyi הפרויקט

הגישה המסורתית מהייתה בעת יישום כל פלטפורמה חדשה לעסוק בתיקונים ידניים: העברת נתונים, שינוי שמות מאפיינים, וההתאמת פורטימ. צעדים אלו אינם משפרים את איכות הנתונים עצם, אלא רק מסתירים בעיות, וযוצרים מעגל סגור של המרות אינסופיות. כתוצאה לכך, חברות הופכות תלויות בפתרונות תוכנה ספציפיים, והטרנספורמציה הדיגיטלית מועatta.

בפרקם הבאים נבחן כיצד לבני את הנתונים בצורה נcona, ולאחר מכן כיצד ליצור מודלים אוניברסליים, למזער את התלות בפלטפורמות ולהתמקד בעיקר - בנ נתונים כמשאב אסטרטגי, סביבו נתונים תהליכי י齊בים

תמונה וטקסטים לפורטימ מובנים PDF, לומדים להמיר מסמכים

בפרויקטים בנייה, רוב המידע קיים بصورة לא מובנית: אלו מסמכים טכניים, פרוטוקולים של עבודות שבוצעו, שרטוטים מפרטים, ולוחות זמנים. המגוון שלהם - הן בפורט ו הן בתוכן - מקשה על אינטגרציה ואוטומציה.

תהליך ההמרת לפורטימ מובנים או חצי-מובנים יכול להשתנות בהתאם לסוג הנתונים הנכנסים ולהתוצאות הרצויות מעיבוד הנתונים.

המרת נתונים מצורמת לא מובנית לצורה מובנית - זו גם אמינות וגם מדע. תהליך זה משתנה בהתאם לסוג הנתונים הנכנסים בעיבוד נתונים ואנאליטיקה, במטרה (3.25 איור) ולמטרות הנitorה ולוועתים תופס חלק משמעותי מעובdotו של המהנדס. לקבל סט נתונים נקי ומוסדר.



המרת מסמך סרוק לא מובנה לפורמט טבלאי מובנה 4.11 איור.

זהו תהליך שלב אחר שלב, הלקוח את השלבים - (4.11 איור) תמונות וטקסטים לפורמט מובנה, PDF, CSV, הפיכת מסמכים -hbaim-

בשלב זה נטען המסמך או התמונה המקורי, המכילה נתונים לא מובנים. זה יכול (Extract): חילוץ נתונים צילום, שרטוט או סקיצה להיות, למשל, מסמך

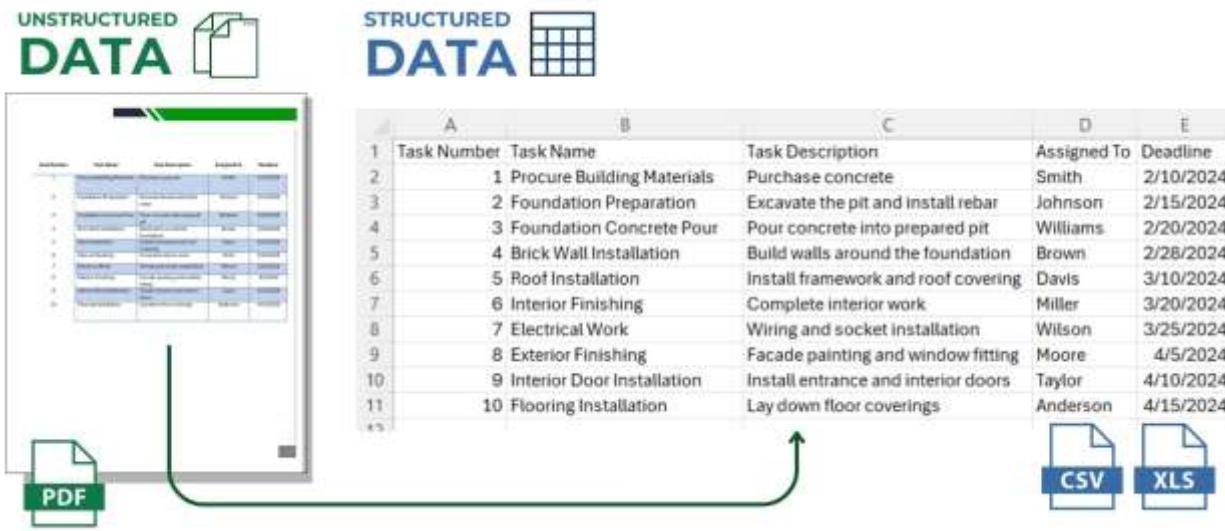
לאחר מכן מגיעו שלב המרת הנתונים הללו מובנים לפורמט מובנה. לדוגמה, זה (Transform): המרת נתונים או שיטתה עיבוד אחירות (OCR) יכול לכלול זיהוי ופירוש טקסט מתומנות באמצעות זיהוי תווים אופטי

, השלב האחרון כולל שמירה של הנתונים המעובדים בפורמטים שונים: (Load) טעינה ושמירה של נתונים לעובדה נוספת, כאשר הבחירה תלויה בדרישות והעדפות CSV, XLSX, XML, JSON, כגון הסpecificities.

משחק תפקיך מרכזי בעיבוד אוטומטי של נתונים, עלייו, הידוע בשם וצינור: חילוץ, המרת, טעינה. "במהשך נבחן דוגמאות כיצד מסמכים בפורמטים שונים ETL" נדון בהרחבה בפרק מומרארים לנתונים מובנים.

לטבלה PDF דוגמה להמרת מסמך

כדי להציג את PDF אחת מהשימושים השכיחות ביותר בפרויקטם בנייה - עיבוד מסמכים דרישות טכניות בפורמט CSV והמרתה לפורמט PDF המעביר נתונים לא מובנים לפורמט מובנה, נבחן דוגמה מעשית: חילוץ טבלה מתוך מסמך Excel (4.12). -



גופצים בקளות ומשתלבים בקלות במערכות ניהול נתונים שונות CSV-XLSX-ו PDF-בניגוד ל 4.12 אior.

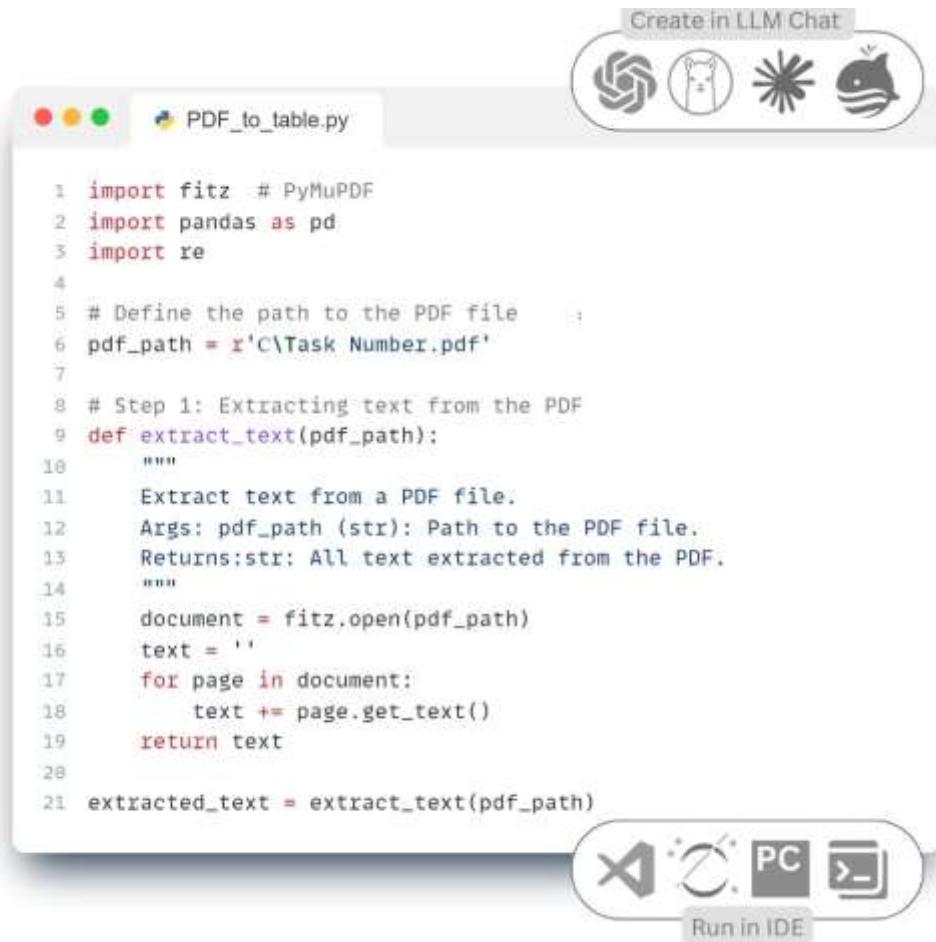
מפשטים באופן אוטומטי את העבודה המומחית עם נתונים, מפחיתים את הצורך בלימוד עמוק של שפות תכנות ומאפשרים פתרון של משימות רבות באמצעות בקשות טקסטואליות.

או בפורומים וערוצי שיחה StackOverflow לדוגמה, במקום לבזבוז זמן בחיפוש פתרונות באינטרנט (בדרך כלל באתר המודרניים, הוא LLM ייעודיים (או לפחות למומחים בתחום עיבוד הנתונים, אלו יכולים לנצל את האפשרויות של LLM ב인터넷 והן מקומי. מספיק להגיש בקשה, והמודול יספק קוד מוכן להמרת מסמך PDF טבלאי).

או כל מודל אחר (Qwen):

שmaiil טבלה. הקוד צריך לקבל כארגומנט את PDF כתוב בבקשת קוד להפקת טקסט מוקבץ ← הנתיב לקובץ ולהחזיר את הטבלה המופקת בפורמט DataFrame

2. שיכון שפה זו בשימוש נרחב לעיבוד, Python-ברוב המקרים ניתן בצורת קוד ב LLM-התשובה של מודל הנתונים, אוטומציה ועובדת עם פורמטים שונים של קבצים:



```

1 import fitz # PyMuPDF
2 import pandas as pd
3 import re
4
5 # Define the path to the PDF file
6 pdf_path = r'C\Task Number.pdf'
7
8 # Step 1: Extracting text from the PDF
9 def extract_text(pdf_path):
10     """
11         Extract text from a PDF file.
12         Args: pdf_path (str): Path to the PDF file.
13         Returns: str: All text extracted from the PDF.
14     """
15     document = fitz.open(pdf_path)
16     text = ''
17     for page in document:
18         text += page.get_text()
19     return text
20
21 extracted_text = extract_text(pdf_path)

```

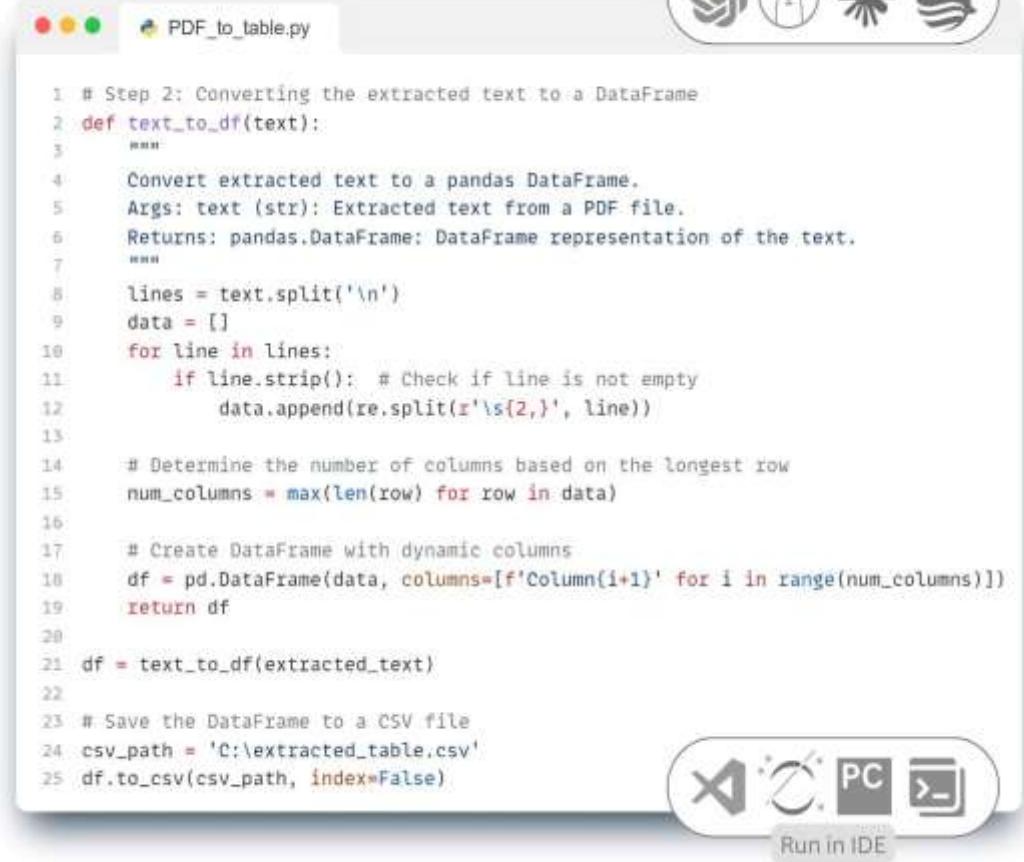
מפעיקה טקסט מקובץ (Pandas, Fitz) ומספריות והחבילות שלו Python 4.13 בצורת קוד LLM תשוכת PDF. ריס.

הפופולריות שדיברנו עליהן קודם, במצב לא מקוון IDE-ניתן להרצאה באחת מה (рис. 4.13) קוד זה: PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse עם תוכני PyDev, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA עם Python, JupyterLab או כלים מקוונים פופולריים: Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker.

3. הפופולריות (שעליה דיברנו בהרחבה בפרק Pandas בשלב "הمرة" נשמש בספרייה Pandas-כלי בלתי ניתן להחלפה לעובדה עם נתונים, כדי לקרוא את הטקסט המופיע לCSV או XLXS: בקובץ טבלי DataFrame-ולשמור את ה

כמו כן, הוסף קוד PDF-ל-DataFrame. אני צריך קוד שימיר את הטבלה המתקבלת מקובץ CSV בקובץ DataFrame לשימרת ה

Create in LLM Chat



```

1 # Step 2: Converting the extracted text to a DataFrame
2 def text_to_df(text):
3     """
4         Convert extracted text to a pandas DataFrame.
5         Args: text (str): Extracted text from a PDF file.
6         Returns: pandas.DataFrame: DataFrame representation of the text.
7     """
8     lines = text.split('\n')
9     data = []
10    for line in lines:
11        if line.strip(): # Check if line is not empty
12            data.append(re.split(r'\s{2,}', line))
13
14    # Determine the number of columns based on the longest row
15    num_columns = max(len(row) for row in data)
16
17    # Create DataFrame with dynamic columns
18    df = pd.DataFrame(data, columns=[f'column{i+1}' for i in range(num_columns)])
19    return df
20
21 df = text_to_df(extracted_text)
22
23 # Save the DataFrame to a CSV file
24 csv_path = 'C:\extracted_table.csv'
25 df.to_csv(csv_path, index=False)

```

Run in IDE

ריס 4.14. המרת הטבלה בקובץ CSV. ושמירת הטבלה בקובץ DataFrame-ל-PDF.

- מתרחשת שגיאה - למשל, בשל חוסר בספריות או נתיב שגוי לקובץ (ריס 4.13, ריס 4.14). אם בעת הרצת הקוד המודול ינתח את הودעת **LLM** ניתן פשוט להעתיק את טקסט השגיאה יחד עם הקוד המקורי ולשלוחו אותו שוב למודול השגיאה, יסביר מה הבעיה ויציע תיקונים או צעדים נוספים.

הופכת למחזר שלם: בקשה → תשובה → בדיקה → משוב → תיקון AI-כך, האינטראקציה עם ה-LLM-כך, ללא צורך בידע טכני עמוק -

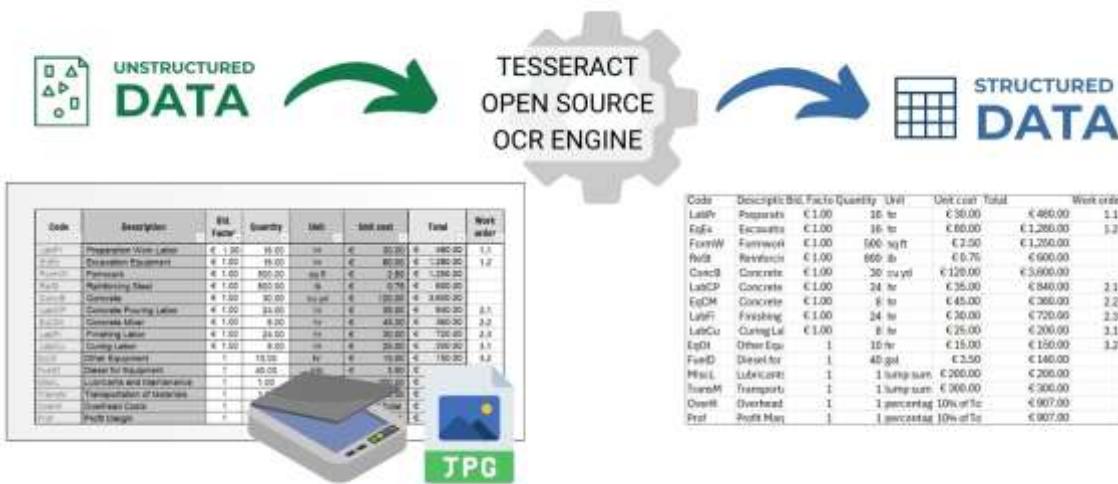
IDE,iano יכולם להריץ מקומית בכל Python ועשרה שורות LLM באמצעות בקשה טקסטואלית רגילה בצ'אט קל לקריאה על ידי מכונה ומשתלב במהירות PDF אשר, ברגע למסך CSV לפורט טבלי PDF המרתנו מסך בכל מערכות ניהול הנתונים.

על عشرות ואפיו Alfie, LLM על ידי העתקתו מכל צ'אט, (4.13. ריס, 4.14. ריס)ano יכולם ליישם את הקוד הזה CSV- החדש בשרת, ובכך לאוטומט את תהליך המרת זרם המסמכים הלא-mobנים לפורט טבלי מובנה מסמי לא תמיד מכילים טקסט, לרוב מדובר במסמכים סרוקים שיש לעבד אותם כדיומיים. למרות שדיומיים PDF אך מסמי המטבחם לא mobנים, פיתוח ויישום ספריות זיהויאפשרים להלן, לעבד ולנתח את תוכנם, מה שמאפשר לנו לנצל את הנתונים הללו במלואם בתהליכי העסקים.

לפורט מובנה JPEG, PNG המרת תמונות

dimoimim hem achat hatzotot ha-nafotot bi-yotur shel natonim la-mobנים. b-bniah v-btachomim rbcim aherim, cmot utzoma shel midu nshmeret be-zora shel masmeim srokim, shrototim, tmotonot v-shrototim. natonim calah mclim midu ykr urk, ark la-nitan, ou masd natonim. dimoimim mclim hrba midu morccb, shkn tocnum, zvuyim Excel le-ubd otum yishrot cmo tbelat v-merkamihm magonim, u-verbor hiliz midu shymoshi ndrashut ubod miyod.

hakoshi be-shimosh b-dimoimim cmokor natonim temon behizdr mvena. dimoimim aimm mubirim meshmuot b-drik yshira, skel l-kamt at tbelat masd natonim. cdi lemier natonim Excel oto, baofen shemash ycol le-havin ao le-ubd mid, cpi sheuosa tbelat la-mobנים dimoimim le-zora mvena, ysh le-hatmesh b-speriot miyadot mosgolot le-fresh et hmidu hovizozalil hchlol b-hem (4.15.-).



אייר 4.15 OCR. המרת מסמכים סrokim וdimoimim לפורט מובנים אפשרית בעזרת כלים מיוחדים של

(זיהוי תווים אופטי). (טכנולוגיה זו מאפשרת לזהות אותיות OCR לחילוץ טקסט מdimoimim נעשה שימוש בטכנולוגיות והופכת אותן לטקסט שניית לעריכה ולקראיה על ידי מכונה, PDF ומוספרים בסריקות של מסמכים, בתמונות ובקבצי שימוש כבר זמן רב באוטומציה של ניהול מסמכים וכיוון ההן משתמשות بكلות בכל תהליכי העסקים OCR טכנולוגיות

HP™ קוד פתוח, שפותה במקור על ידי **Tesseract**, הוא OCR אחד הכלים הפופולריים ביותר של Python וביישומי Google™ וקיים כיום על ידי תומך מ-100 שפות ומצטיין בדיקות גבוהה בזיהוי.

צ'אט לכתוב דוגמת קוד להילוץ נתונים מטבלה סרווקה או מצולמת בצורה מובנית MLM-בוואו נבקש מ

(צ'אט LLM-שלחו בקשה טקסטואלית ל-ChatGPT, LlaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN): או כל אחד אחר

המכלול טבלה ל-JPEG כתוב קוד המאפשר להמיר המידע DataFrame

ן: לזהיה טקסט בדימויים Pytesseract ברוב המקרים תציע להשתמש בספרייה MLL-התשובה מ

The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with a tab labeled 'group.py'. The code in the cell is as follows:

```
1 import pytesseract
2 from PIL import Image
3 import pandas as pd
4
5 # Load the image from file
6 image_path = '/mnt/data/ConstructionDDC'
7 image = Image.open(image_path)
8
9 # Use Tesseract to convert the image to text
10 text = pytesseract.image_to_string(image, lang='eng')
11
12 # Split the text into lines and then columns
13 rows = text.split('\n')
14 data = [row.split('\t') for row in rows if row.strip()]
15
16 # Create a DataFrame using pandas
17 # Assuming the first row is the header
18 df = pd.DataFrame(data[1:], columns=data[0])
19
20 # Display the DataFrame
21 df.head() # Show only the first few rows for brevity
22
```

איור 4.16 המרת טקסט, שהופק מטבלת דימויים או תמונות, ליצוג טבלאי מובנה.

המודול pytesseract משלב מנגנון ה-OCR בPython. הוא מושתמש בספרייה LLM-בודגמה זו – הקוד (איור 4.16) שהתקבל מ

להמרת הטקסט הזה לצורת מבנה Pandas (זיהוי תווים אופטי ובספרית OCR להמרת דימוי לטקסט באמצעות DataFrame, קלומר.

תהליך ההמרה כולל בדרך כלל שימוש מקדים לשיפור איקות הדימי, ולאחר מכן מוחלים אל אלגוריתמים שונים לזרויי דפוסים, חילוץ תכונות או זיהוי אובייקטים. כהוצאה לכך, מידע ויזואלי לא מבנה מומר לנרטונים מובנים.

ודימויים הם מקורות מרכזיים של מידע לא מובנה, האלוף האמייתי בונפה הוא הטקסט שנוצר במיילים PDF-למרות ש צ'אטם, פגישות ומסנג'רים. נתונים אלה לא רק רבים - הם מפוזרים, לא פורמליים ומאוד לא מובנים

המרת נתונים טקסט לפורמט מובנה

-להmir טקסט כזה לפורמט מובנה, המתאים לניתוח, ויזואлизציה ובكلת החולות
עם טבלאות (איור 4.12) (וגרסאות סרוקות של טפסים טבלאים (אייר 4.15, חלק משמעותי PDF בנוסף למסכי מהמידע במסמכי פרויקט מוצג בטקסט. זה יכול להיות משפטים מחוברים במסמכים טקסטואליים, כמו גם רישומים פגומים המפוזרים על גביشرطיות ודיagramות. בתנאים המודרניים של עבודה נטוניות, אחת מהמשמעות הנפוצות היא

האלמנט המרכזי בתחום זה הוא טקסונומיה - מערכת סיווג המאפשרת לארגן מידע לפי קטגוריות ותתי קטגוריות על בסיס תכונות מסוימות.

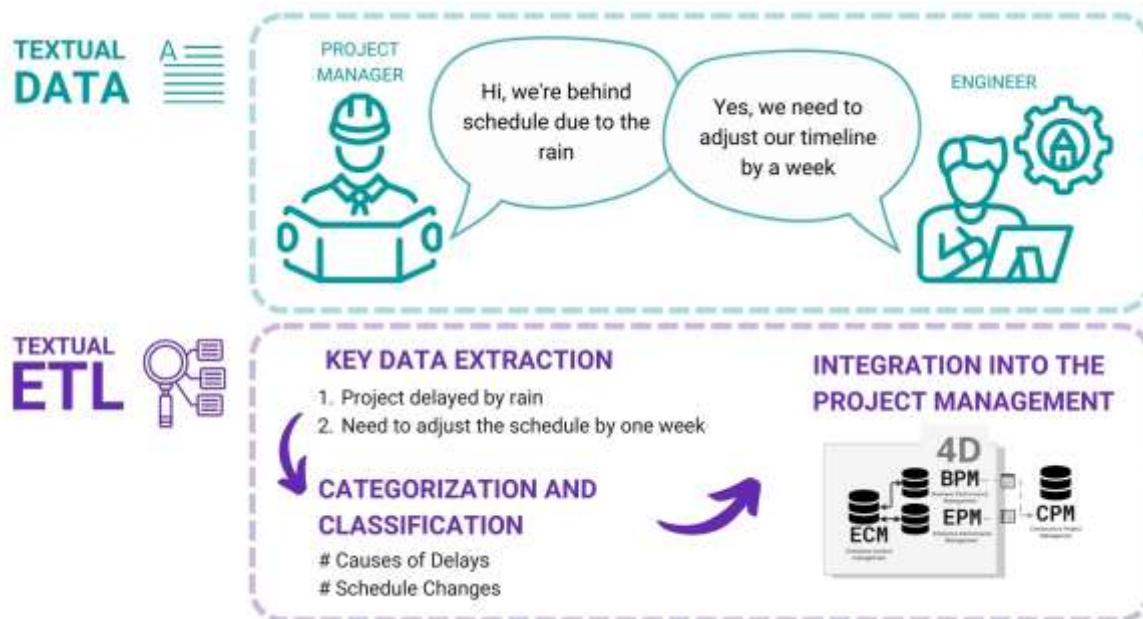
טකסונומיה היא מבנה סיווג היררכי, המשמש לקיבוץ וארגון אובייקטים. בהקשר של שימוש טקסט, היא משמשת כבסיס להולקה שיטיתית של רכיבים לקטגוריות מסוימות, מה שמקל על הניתוח ומעלה את יכולות השימוש הנזומות.

יצירת טקסונומיה מלאה בשלבים של חילוץ יישויות, קטגוריזציה וחיבור להקשר. כדי לדמות את תהליך חילוץ המידע PDF: מנתוני טקסט, יש לבצע את הצעדים הבאים, הדומים לאלה שכבר השתמשנו בהם במבנה נתונים מתוך מסמכי יש לנתח את הנתונים הטקסטואליים כדי להציג מידע על עיכובים ושינויים בלוח: (Extract) חילוץ נתונים  **הוואות טyle הדרשנות**

מחלקים את המידע שהתקבל לקטגוריות, לדוגמה, סיבות לעיכובים (Transform): קטגוריזציה וסיווג וישגונות בולטות בזמניהם.

בסוף מכינים את הנתונים המובנים לאינטגרציה עם מערכות ניהול נתונים חיצונית (Load) אינטגרציה. חן מצב: יש לנו דיאלוג בין מנהל פרויקט למתנדס, שבו נדונות בעיות בלוח הזמן. המטרה שלנו היא להלץ את נתונים מהארכיזים (Servers) לעיבור בפרק זמן מסוים (ולפחות בזמן מוקדם) או (17 עד 14).

כדי לדמות את הילוץ הנתונים ולאחר מכן DataFrame נבצע את הילוץ על בסיס מילוט מפתח צפויות, ניצור חדשה, שתכיל עמודות עבור תאריך, אירוע (למשל, סיבת העיכוב (ופעולה) למשל, שינוי בלוח DataFrame ניצור (הזמינים).



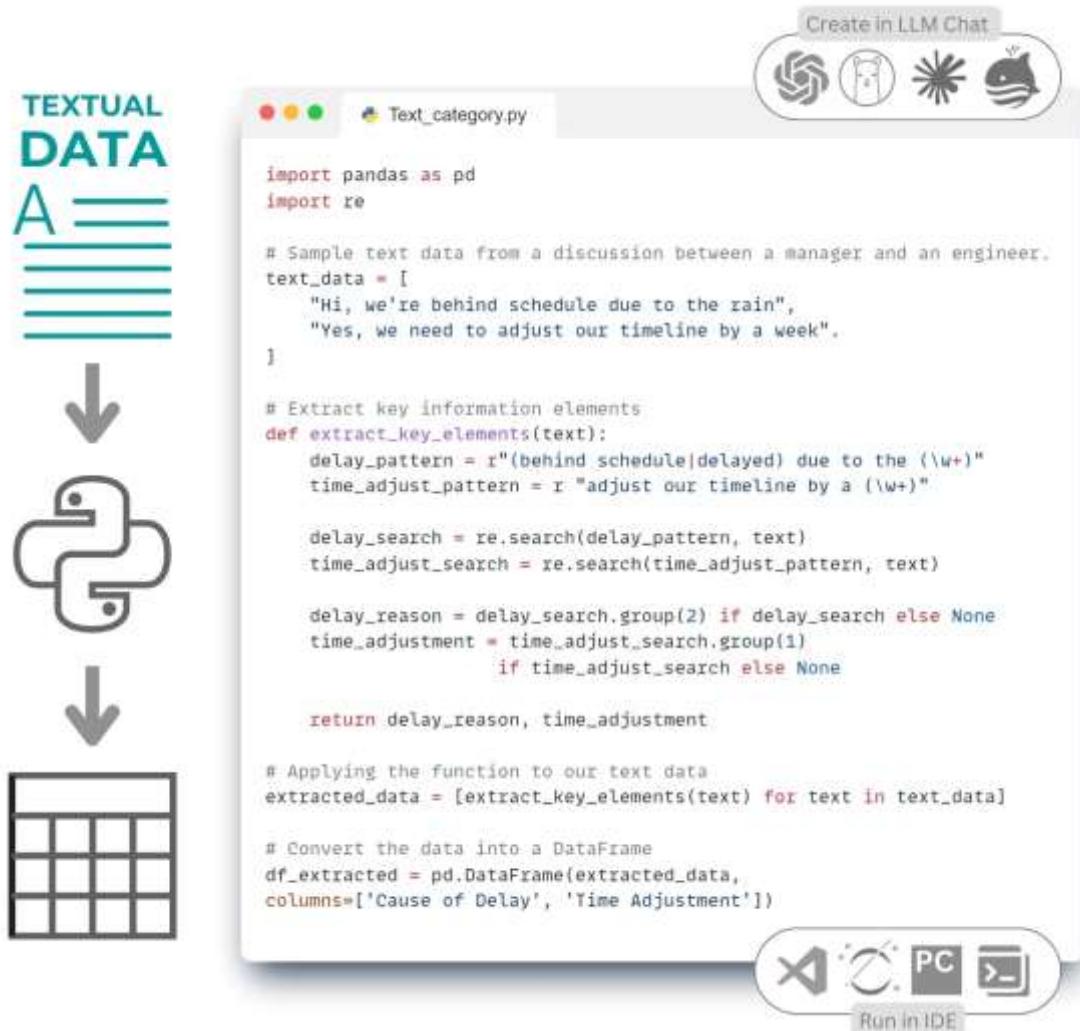
איור 4.17 חילוץ מידע מרכזיו מהטקסט על הצורך להתאמת לוחות זמנים ואינטגרציה של שינויים במערכת ניהול הפרויקט.

נציג קוד לפתרון הבעיה באמצעות בקשה טקסטואלית באחת מהמודלים הלשוניים, כמו בדוגמה הקודמות.

להלן בקשה טקסטואלית בכל צ'אט

יש לי שיחה בין מנהל: "שלום, אנחנו מאחרים בלוח הזמנים בכלל גשם" ו מהנדס: "כן, אנחנו צריכים להתאים את לוחות הזמנים בשבוע". אני צריך תסריט שינוי שיחות טקסט דומוט בעיתיד, יחלץ מהן מנתונים אלה. לאחר סיבוב DataFrame סיבוב לעיכובים והתאמות בלוחות הזמנים, ולאחר מכן ייצור CSV צרייך להישמר בקובץ DataFrame-מן, ה

2 ובמספרית (re - Regex) תוך שימוש בביטויים רגולריים Python בדרך כלל כולל קוד ML-התגובה מ-Pandas (pd):

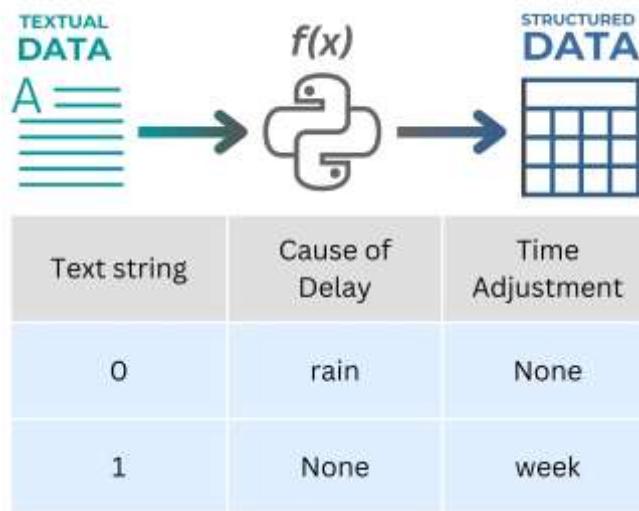


איור 4.18 הוצאת מידע מפתח הטקסט על האורך בתיקון מועדים בזורה של טבלה.

בדוגמה זו (איור 4.17) (הנתונים הטקסטואליים, הכוללים התכתבות בין מנהל הפרויקט למהנדס, מנוחמים כדי לזרה ולחותzia מידע ספציפי שיכל להשפיע על ניהול פרויקטים עתידיים עם דיאלוגים דומים. באמצעות ביטויים רגולריים נקבעים באמצעות תבניות הסיבות ("RegEx" על ביטויים רגולריים נזכר בפרק "דרישות מובנות וביטויים רגולריים") לעיכובי הפרויקט והתקיונים הנדרשים בלוח הזמנים. הfonקציה שנכתבה בדוגמה זו מוציאה משורות הטקסט או את סיבת העיכוב או את התקון בזמן, בהתבסס על התבניות: היא מוציאה את המילה שאחר "בגלל" כສיבת העיכוב או את המילה שאחר "על" כתיקון הזמן.

אם בשורה מוזכר עיכוב בغالל מזג האוויר, או הסיבה שנקבעת היא "גוף; אם בשורה מוזכר תיקון בלוח הזמן לתקופה מסויימת, או התקופה הזו מוצאת כתיקון הזמן (איור 4.19).

עבור העמודה המתאימה.



לאחר ביצוע הקוד מכילה מידע על קיומם ותיקוניהם, **DataFrame**, איור 4.19 טבלה מסכמת, שהתקבלה בצורה של נדרשים בזום.

מבנה ופרמטריזציה של תנאים מהטקסט (דיאלוג, מכתב, מסך) (אפשרים לתקן במהירות עיכובים בבנייה: לדוגמה, חוסר בעובדים יכול להשפיע על קצב העבודה במזג אויר רע, ולכן חברות, בידעת פרמטרי העיכוב מהדיאלוגים) איור 4.19. בין המנהל בשטח למנהל הפרויקט - יכולות מראש להזק את הצוות במקרה של תחזית לא טובה (.

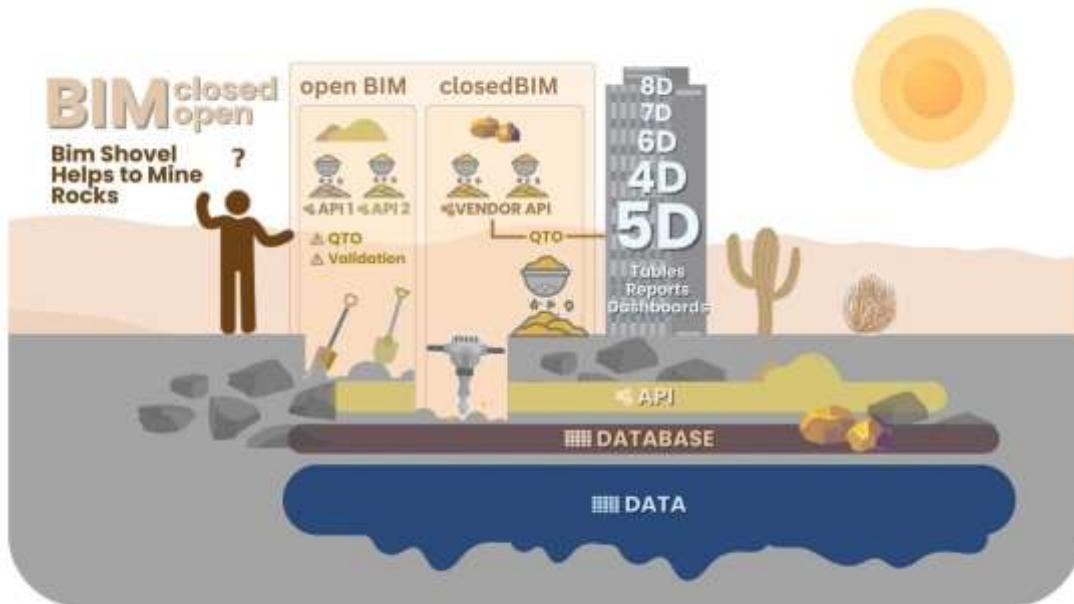
המרת מסמכים ודימויים לפורמט מובנה יכולה להתבצע בעזרת כלים יחסית פשוטים, פתוחים והינמיים, מבוססים על קטגוריזציה.

CAD קטגוריזציה של רכיבים היא גם חלק מרכזי בעבודה עם נתוני פרויקטים, במיוחד בהקשר של שימוש בתוכנות (**BIM**).

לפורמט מובנה (**CAD (BIM)** המרת נתונים

CAD היא משימה מורכבת יותר, מכיוון שהנתונים נשמרים מסדי נתונים (**BIM**) מבנה וקטגוריזציה של נתונים כמעט תמיד מוצגים בפורמטים סגורים או בפרמטריים מורכבים, לעיתים משולבים בו זמינות רכיבי נתונים (**BIM**) גיאומטריים (חצוי-МОבנים) (ורכיבי מידע מטה (חצוי-מובנים או מובנים))

בדרכן כלל מוגנים ואינם זמינים לשימוש ישיר, אלא אם כן (**BIM**) הפורמטים הניטיביים של נתונים במערכות של המפתח עצמו (איור 4.110). (בידוד הנתונים זהה יוצר מהנסים API נעשה שימוש בתוכנה מיוחדת או במשקי סגורים - מה שנקרא "סילואים", המגבילים את חילופי המידע החופשי ומעכבים את יצירת תהליכי דיגיטליים רציפים - בחברה



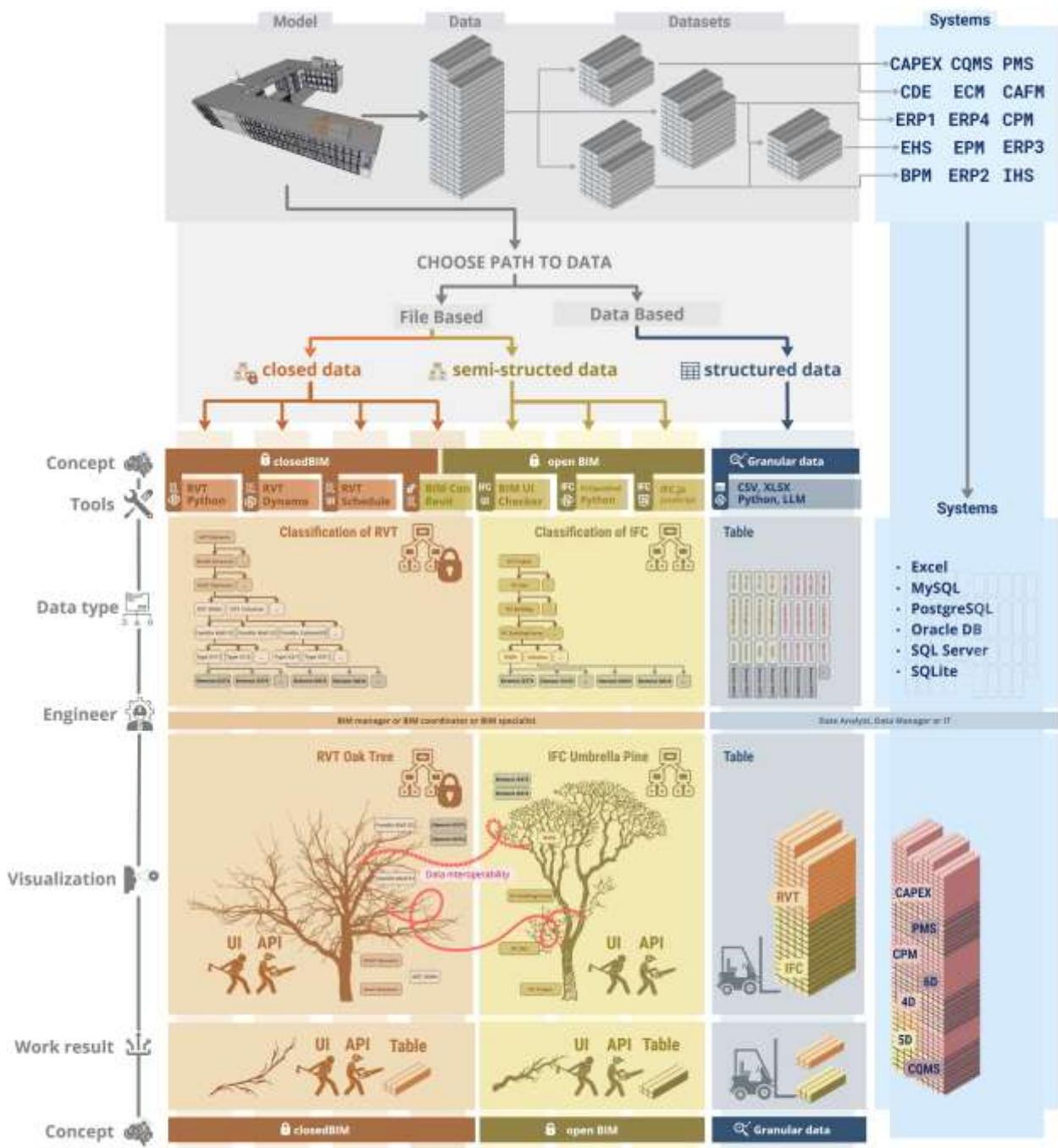
או כלים של הספק API יכולים לגשת נתונים הניתבים דרך חיבורו (BIM-CAD-אирור 4.110) אנשי מקצוע ב-

המידע על תכונות וATTRIBUTES של רכיבי הפרויקט נאוסף במערכת סיווג היררכית (BIM) בפורמטים מיוחדים של שבת ישות עם תכונות מתאימות ממוקמות, בדומה לפירות של עץ פרי, בקצב הענפים האחרונים של סיווג הנתונים (אирור 4.111).

חילוץ נתונים מהיררכיות דומות אפשרי בשני דרכים: או ידנית, על ידי להיצעה על כל צומת, כאילו מעבדים עין, קוטעים מצעה גישה - (API) את הענפים הנבחרים של הקטגוריות והסוגים. האפשרות האלטרנטיבית - שימוש בממשק תיכנה לעיליה יותר, יותר אוטומטית, להשגת ולקיים נתונים, והופכת אותם בסופו של דבר לטבלה מסודרת לשימוש במערכות אחרות.

Dynamo, pyRvt, נתן להשתמש בכלים שונים, כגון (BIM-CAD לחילוץ טבלאות נתונים מסודרות מפרויקט Pandamo (Pandas + Dynamo), ACC, IFC או IfcOpSh IFCjs).

CAD כלים מודרניים לייצוא ולהמרת נתונים מאפשרים, כדי לפשט את עיבוד והקנת הנתונים, להפריד את תוכן מודלי לשני מרכיבים מרכזיים: מידע גיאומטרי ונתונים ATTRIBUTES (אирור 4.113) – מטא-מידע שמתאר את תכונות רכיבי הבניין (אирור 3.116). שני שכבות הנתונים הללו נשארות מקשורות זו לזו באמצעות מזהים ייחודיים, המאפשרים התאמת מדויקת של כל רכיב עם תיאור הגיאומטריה (דרך פרמטרים או פוליגונים או עם ATTRIBUTESים שלו: שם, חומר שלב ביצוע, עלות ועוד. גישה זו מבטיחה את שלמות המודל ומאפשרת שימוש גמיש בנתונים הן עבור ויזואיזציה (נתוני הגיאומטריה של המודל (והן עבור משימות אנליטיות או ניהול) מסודרות או חלשות, תוך עבודה עם שני סוגי הנתונים – בנפרד או במקביל.

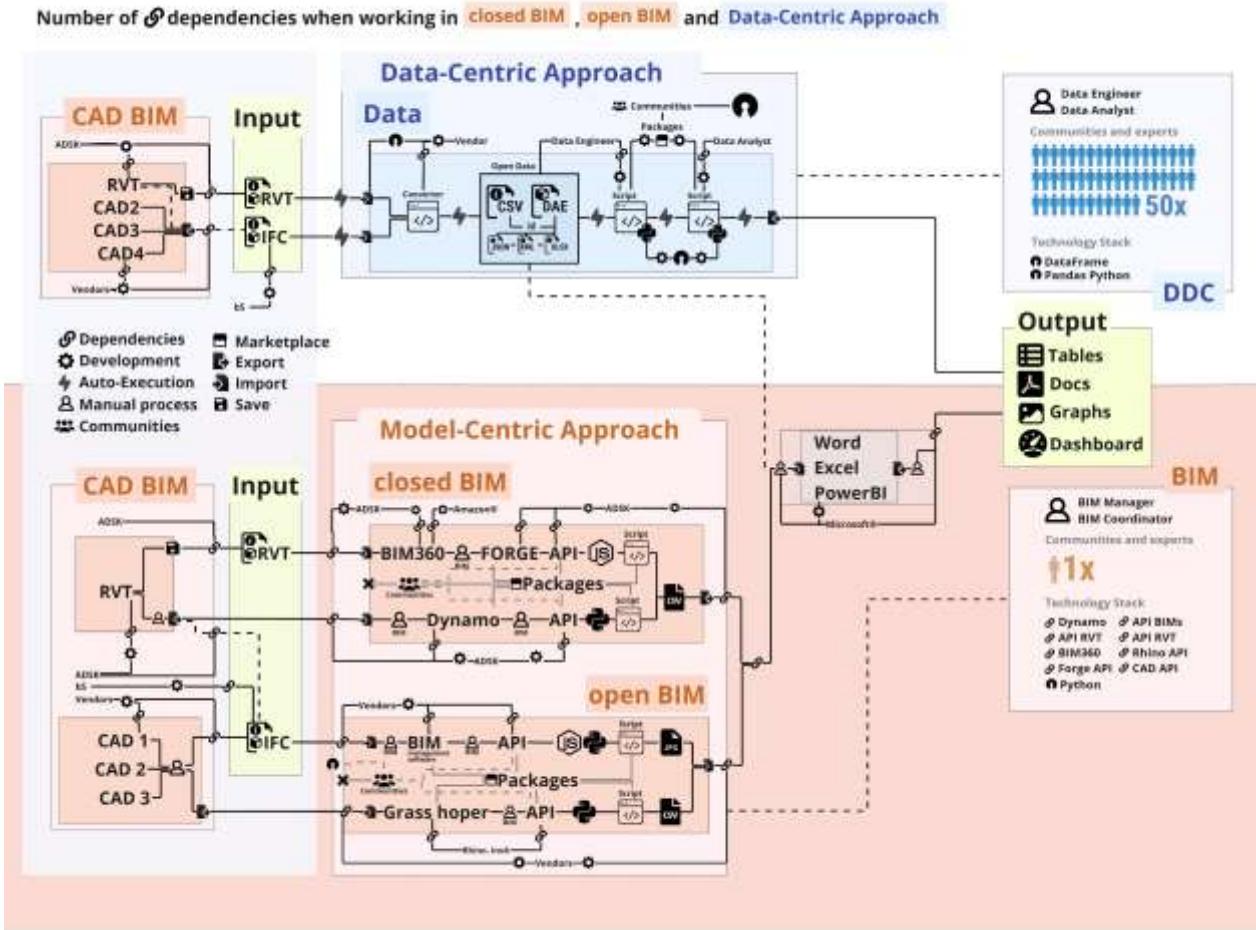


CAD אוור 4.111 סוג המידע ממסדי נתונים של מוצג למשתמש בצורה של עצי סיווג (BIM).

SDK (Software Development Kit) עם התפתחות טכנולוגיות ההנדסה ההפוכה והופעת ערכות פיתוח תוכנה. הפכו לפשוטות הרבה יותר (BIM) CAD זמינות וherentת נתונים מפורטמים סגורים של תוכנות - CAD להמרת נתוני כוום קיימת אפשרות להמיר באופן חופשי ובטוח נתונים מפורטמים סגורים לפורטמים אוניברסליים, המתאימים לנתחה והמאבך על ("Open DWG") ולשימוש במערכות אחרות. על ההיסטוריה של הופעת הכללים הראשונים להנדסה ההפוכה של ספקים דיברנו בפרק "נתונים מסודרים: יסוד הדיגיטליזציה CAD שליטה בפורטטים של

כלים להנדסה היפה מאפשרים להציג באופן חוקי נתונים מפורטים סגורים, מפרקם את המידע מפורט מעורב לסוגי נתונים ופורמטים הנדרשים לשימוש, ומקלים על עיבוד וניתוחם (BIM) (CAD) (BIM).

עושה את המידע זמין, ומאפשר שימוש בנתונים CAD השימוש בהנדסה היפה וגישה ישירה למידע מסדי נתונים של פתחים ובכלי פתוחים, כמו גם ניתוח נתונים באמצעות כלים סטנדרטיים, בנייה דוחות, ויזואלייזציה וינטגרציה עם - מערכות דיגיטליות אחרות (אирו 4.112)



מאפשרת לモער את התלות בפלטפורמות תוכנה ולעבור לגישה מונחת נתונים CAD אירו 4.112 גישה ישירה לנתוני.

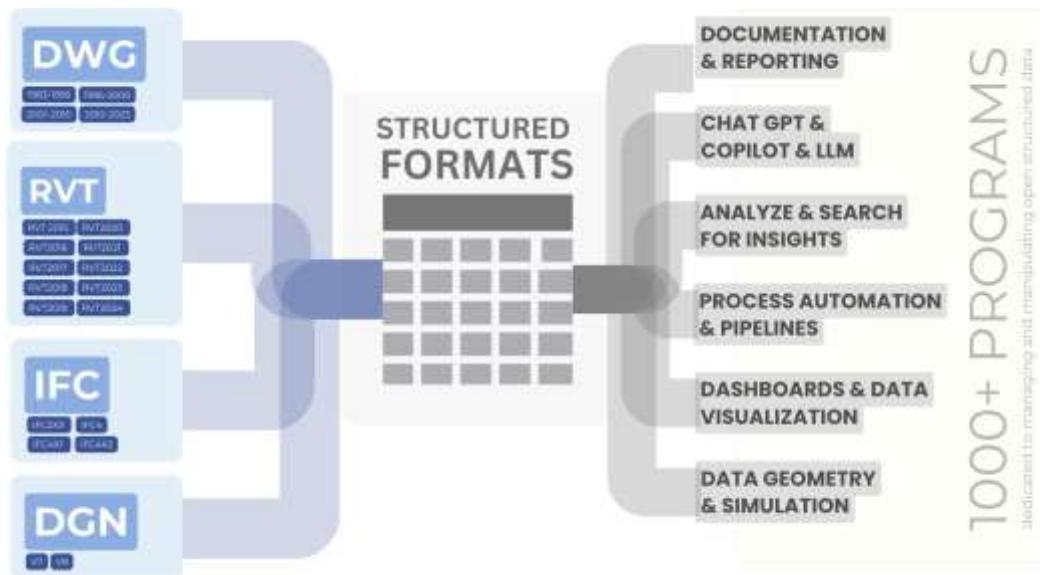
הפק אפשרי, פורמטים RVT ומما 2018 עבור DWG מ-2008 ועד פורט DGN מ-1996 עבור פורטם להמיר בנוחות וביעילות לכל פורט אחר, כולל פורטמים מסוורים, באמצעות כלים להנדסה CAD סגורים של נתוני הגדולות והברות ההנדסה הגדולות בעולם משתמשות בכלים CAD (BIM) היפה (אирו 4.113). כיוון כמעט כל חברות CAD (BIM) [92]-SDK להנדסה היפה כדי להציג נתונים מפורטים סגורים של ספק CAD (BIM) [92].-



לכל מודל נתונים נוח **CAD (BIM)** השימוש בכלי הנדסה הפוכה מאפשר להמיר את בסיסי הנתונים של תוכנת 4.113 אייר.

לנתוני **CAD (BIM)** המרת נתונים מפורטמים סגורים ובעלים לפורטמים פתוחים והפרדת פורטמים מעורבים של אטריבוט גיאומטרי וmeta- מידע מקלת על תהליכי העבודה עם הנתונים, ומאפשרת ניתוח, מניפולציה ואינטגרציה עם אטריבוט גיאומטרי וmeta- מידע מידי (BIM) ממערכות אחרות 4.114).-

הגענו לרמה שבה אין צורך לבקש אישור מספקי **CAD (BIM)** בעבודה המודרנית עם נתונים CAD כדי לגשת למידע מפורטמים של (BIM).



אפשרויות להמיר באופן חופשי נתונים מפורטמים בעלים של בסיסי נתונים **SDK** כלים מודרניים של 4.114 אייר.

פרויקטים ממשיכות להתפתח תחת השפעת שחקנים מרכזיים בשוק – **ספק CAD** מגמות מודרניות בעיבוד נתונים. העובדים על חיזוק מעמדם בעולם הנתונים ויוצרים פורטמים וקונספטים חדשים.

עוביים לנוטים מובנים CAD ספקי פתרונות

החל משנת 2024 מתרחש שינוי טכנולוגי משמעותי בתחום התכנון והבניה בשימוש ובעיבוד נתונים. במקום נישה שפותחה בשנת (BIM מתמקד בקידום קונספטים חדשים) CAD הופשית לנוטים פרויקטים, יצרני מערכות (שפותחה בשנת 2012 (מנota בהדרגה את מקומו לפתרונות טכנולוגיים מודרניים, המתחילה open BIM-ו CAD [93]:

- המעבר לשימוש נתונים "גרנולריים", המאפשרים ניהול מידע ייעיל ומעבר לניטה נתונים
- לארגון גמיש של נתונים Entity-component-system (ECS) והטמעת גישת USD הופעת פורט
- שימוש פעיל במבנה מלאכותית בעיבוד נתונים, אוטומציה של תהליכי וניה נתונים נתונים
- פיתוח אינטראקטיביות - שיפור האינטראקטיבית בין תוכניות, מערכות ובסיסי נתונים שונים

שיווק, מציאות ועתיד נתונים פרויקטים: CAD-BIM" כל אחד מהאספקטים הללו יידוע בפירות בחלק השישי של הספר הגודלים שואפים כוון לחשב מחדש על CAD בבנייה". בפרק זה נציג בקצרה את הכוון הכללי של השינויים: ספקי דרכי מבנה המידע הפיזי. אחד השינויים המרכזיים הוא הנטישה של מודל אחסון קבצים קלאסי לטובת ארכיטקטורת נתונים גראנולרית, המוקדד בניטה, המבטיח גישה מותאמת לרכיבים נפרדים של המודול [93].

מהות המתרחש היא שה תעשייה מתנערת בהדרגה מפורמטים מגושמים, מיוחדים ופרמטריים, המציגים שימוש בלביות גיאומטריות, לטובת פתרונות יותר אוניברסליים, קריאים למcona וגמישים.

(תיאור סצנה אוניברסלי), שפותחה במקור בתעשייה הגרפית הממוחשבת USD אחד מהדוחים לשינויים היה הפורט (Isaac Sim) NVIDIA Omniverse אך כבר זכה להכרה גם ביישומים הנדסיים, בזכות הפיתוח של פלטפורמת מציע מבנה פשוט יותר, מאפשר לתאר גיאומטריה USD, הפרמטרי IFC-über סימולציות וויזואלייזציות. בוגזוד ל מה שמקל על עיבוד המידע ומצביע את האינטגרציה שלו בתהליכי דיגיטליים, JSON ותוכנות של אובייקטים בפורט בקרה של (פרטים נוספים בחלק 6 של הספר – BREP-NURBS בלבד) הפורט החדש מאפשר לאחסן גיאומטריה מה שהופך אותו לנוח יותר עבור תהליכי אוטומטיים ועובדת, JSON-ותוכנות אובייקטים – ב, MESH פוליגוני -מערכות אקוולוגיות בענן

אך רובם נשארים, (NWD, SVF, CP2, CPIXML, למשל) כבר משתמשים בפורמטים דומים CAD-ERP כמו ספקי סגורים ואינם זמינים לשימוש חיצוני, מה שמאגביר את אפשרות האינטגרציה והשימוש החזר נתונים. בהקשר זה DWG. בזמנו – אלטרנטיבה פתוחה לפורמטים קנייניים, כמו DXF יכול למלא את אותה תפקיד כמו USD.

General Information				Comparison / Notes
Year of format creation	1991	2016		IFC focuses on construction data, USD on 3D graphics
Creator-developer	TU Munich	Pixar		IFC was founded in Germany, USD in America
Prototypes and predecessors	IGES, STEP	PTEX, DAE, GLTF		IFC evolved from IGES/STEP, USD from PTEX/DAE/GLTF
Initiator in Construction	ADSK	ADSK		ADSK initiated the adoption of both formats in construction
Organizer of the Alliance	ADSK	ADSK		ADSK organized both alliances
Name of the Alliance	bS (IAI)	AOUSD		Different alliances for each format
Year of Alliance Formation	1994	2023		The IFC alliance was formed in 1994, AOUSD for USD in 2023
Promoting in the construction	ADSK and Co	ADSK and Co		ADSK and Co actively promotes both formats in bS (IAI) since the introduction
Purpose and Usage				Comparison / Notes
Purpose	Semantic description and interoperability	Data simplification, visualization unification		IFC for semantics and exchange; USD for simplification and visualization
Goals and Objectives	Interoperability and semantics	Unification for visualization and data processing		IFC focuses on semantics; USD on visualization
Use in Other Industries	Predominantly in construction	In film, games, VR/AR, and now in construction		USD is versatile and used in various fields
Supported Data Types	Geometry, object attributes, metadata	Geometry, shaders, animation, light, and camera		USD supports a wider range of data types suitable for complex visualizations; IFC focuses on construction-specific data

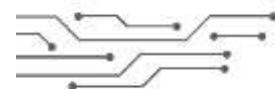
- לענות על הביקוש לאינטראטיביות ועוצמהות נתוני פרויקטים מהליבת הגיאומטריות CAD פורמט, כינויו של סקיי USD

-בניגוד ל-XML המעביר של המפתחים הגדולים לפורמטים פתוחים ומפשטים כמו USD, GLTF, OBJ, XML ופורמטים דומים משקף מגמה גלובלית וביקוש בתעשייה (NWD, CP2, SVF, SVF2, CPIXML) לפשט את הנתונים ולהציג את זמיונם. בשנים הקרובות ניתן לצפות לעזיבה הדרגתית של תקנים ופורמטרים מרכיבים התלויים לביביות גיאומטריות לטובות פתרונות קלים ומסודרים יותר. מעבר זה יאיץ את הדיגיטציה של תעשיית הבניין, יקל על אוטומציה של תהליכי ויפשט את חילופי הנתונים

לקידום פורמטים פתוחים חדשים, אנשי מקצוע בתעשייה הבניין יכולים CAD למטרות התוכניות האסטרטגיות של סקיי BIM (CAD), סגורות, מבלי להזדקק לשימוש כלים של CAD גם לקבל גישה מלאה לנתחים מערכות של הנדסה הפוכה.

כל המוגמות הללו מובילות בהכרח למעבר ממודלים תלת-ממדיים מסורבלים ומונוליטיים לננתונים אוניברסליים ומוסדרים ולשימוש בפורמטים שכבר הוכיחו את עצם בתשויות אחרות. ברגע שהצורות לא רק אובייקטיבים ויזואליים או קבוצות קבצים, אלא כבסיסי CAD הפרויקטאים מתחילה לראות במודלי נתוניים המכילים ידע ומידע – הגישה לתכנון ולניהול משתנה באופן דרמטי.

וקיבלו גישה לבסיסי נתונים, CAD לאחר שהצורות למדו לחץ נתונים מסוימים ממשמכים, טקסטים, שרטוטים ומודלי השלב הקרייתי הבא הוא מודל הנתונים והבטחת אינטגרציה. שלב זה משפיע במידה רבה על מהירות העיבוד והטרנספורמציה של המידע, אשר בסופו של דבר ישמש לקבלת החלטות במשימות יישומיות ספציפיות.



פרק 4.2. סיווג ואינטגרציה: שפה איחודית לנוטוני בנייה

מהירות קבלת החלטות תליה באיכות הנתונים

הادرיכלות המודרנית של נתונים פרויקטים עברת שינויים יסודים. הענף עובר ממודלים מסורתיים ומובדים פורטניים, סגורים לעבר מבנים גמישים יותר, קריאים למכונה, המוקדים בנитוח, אינטגרציה ואוטומציה של תהליכי. עם זאת המעבר לפורטניים החדשים בפני עצמו מבטיח יעילות - במרכז תשומת הלב נמצא נמצאה בהכרח איכות הנתונים עצם.

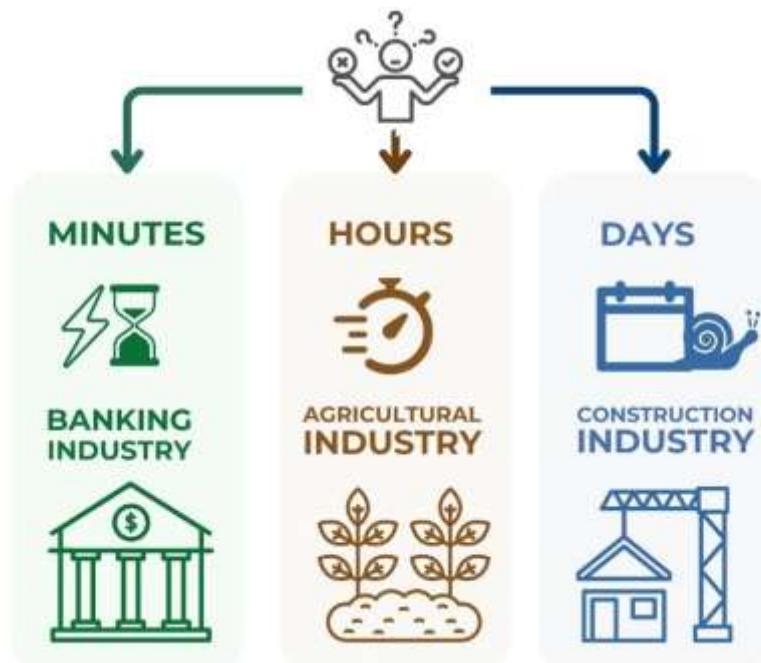
בעמודים של ספר זה אנו מדברים רבות על פורטניים, מערכות ותהליכיים. אך כל המאמרים הללו מאבדים את משמעותם ללא רכיב מפתח אחד - נתונים שנייתן לסוך עליהם. איכות הנתונים היא אבן הפינה של הדיגיטציה, אליה חוזר בכל החלקים הבאים

חברות הבניה המודרניות - במיוחד הגודלות - משתמשות בעשרות, ולעיתים אלפי מערכות ומסדי נתונים שונים. מערכות אלו צרכות לא רק להתמלא באופן קבוע במידע חדש, אלא גם לפעול בזורה ייעלה זו עם זו. כל הנתונים החדשניים הנוצרים כתוצאה מייבוד המידע המתkeletal, משתמשים בסביבות אלו ומשמשים לפתרון בעיות עסקיות ספציפיות.

על בסיס - OHiPPO ואם בעבר החלטות לגבי בעיות עסקיות ספציפיות התקבלו על ידי מנהיגים בכירים - מה שנקרה ניסיון ואינטואיציה, כיום, בתנאים של גידול חד בנתה המידע, גישה זו הופכת למסורת מחולקת. במקרה מגיעה אנלטיקה אוטומטית, הפעלתה עם נתונים בזמן אמת

הדיון "המסורת-ידיני" על תהליכיים עסקיים ברמת המנהיגים יוסט לעבר אנלטיקה תפעולית, אשר דורשת תగובות מהירות לבקשת עסקיות

היעין שבו רואי חשבון, מנהלי פרויקטים ומעריכי עלויות יצרו ידנית דוחות וטבלאות סיכום, כמו גם תצוגות נתונים על פרויקטים ממשך מספר ימים ושבועות, הולך ונעלם. כיום, מהירות וזמן קבלת ההחלטה הופכים לגורם מפתח במיתרון תחרותי.



בתעשייה הבניה, חישובים והחלטות לוקחים מספר ימים, ב.otgov לתחומי אחרות, שבהן זה קורה בשעות או דקות.

ההבדל העיקרי בין תעשיית הבניה לתחומי אחרות המתקדמות יותר מבחן דיגיטלית הוא ברמת האיכות והסטנדרטיזציה הנמוכה של הנתונים. גישות מישנות ליצירה, העברת ועיבוד מידע מודע מאטוט את התהליכים ויוצרות כאוס. חוסר בסטנדרטים אחידים לנתחנים מונע את יישום האוטומציה המקיפה.

אחד הביעות המרכזיות היא איכות הנתונים המקוריים הנמוכה, כמו גם חוסר בתהליכי פורמלים להכנה ובדיקה שלהם. ללא נתונים מהימנים ומוסכמים, אינטגרציה יעילה בין המערכות אינה אפשרית. זה מוביל לעיכובים, שגיאות והגדלת עלויות בכל שלב מחיי הפרויקט.

בחלקים הבאים של הספר נבחן בפירוט כיצד ניתן לשפר את איכות הנתונים, לסטנדרטיזציה של תהליכי ולצמצם את הדרך מקבלת מידע לנתחנים איכותיים, מאמתים ומוסכמים.

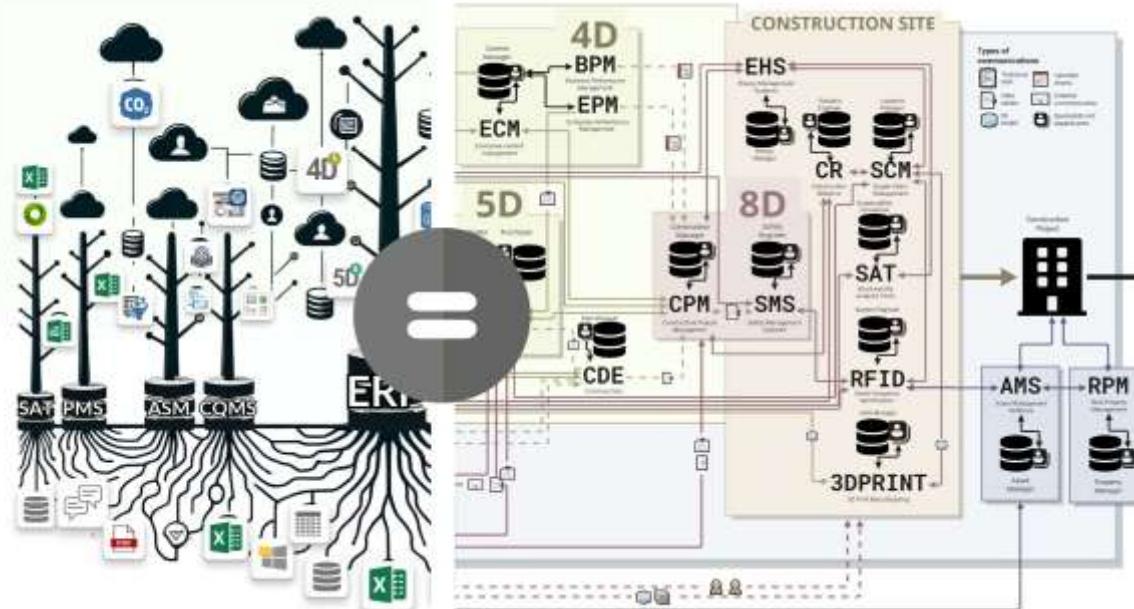
סטנדרטיזציה ואינטגרציה של נתונים

עבודה יעילה עם נתונים דורשת אסטרטגיה ברורה לסטנדרטיזציה. רק כאשר יש דרישות ברורות לגבי המבנה ו איכות הנתונים ניתן לאוטומט את הבדיקה שלהם, לצמצם את מספר הפעולות הידניות ולהאזין את קבלת החלטות המושכלות בכל שלב של הפרויקט.

נתונים CAD, קבצי PDF בפרקטייה היומיומית של חברת הבניה, יש צורך לעבד מאות קבצים מדי יום: מיילים, מסמכים אשר יש לשלבם בתהליכי העבודה של החברה, IoT מהישני.

צריך ללמידה כיצד להפיק חמורים מזינים, (4.22) העיר האקולוגית של החברה, המורכב מסדי נתונים וכליים מנתחנים המגייעים בפורמטים שונים, כדי להשיג את התוצאות הנדרשות לחברה.

כדי להתמודד ביעילות עם זרם הנתונים, אין צורך להעסיק צבא של מנהלים, בראש ובראשונה יש לפתח דרישות וסטנדרטים מחייבים לנוטרים ולהשתמש בכלים מתאימים לבדיקה אוטומטית, אחידות ועיבוד שליהם.



הבטחת חיים בריאים של האקוולוגיה של החברה דורשת אספקה איצוטית ובזמן של משאים למערכות שלה 4.22 איור.

כדי לאוטומט את תהליך בדיקת הנתונים ו坎坷ותם (לצורך אינטגרציה אוטומטית לאחר מכון, (יש להתחיל בתיאור הדרישות המינימליות הנדרשות לנוטרים עבור כל מערכת ספציפית. דרישות אלו מגדירות:

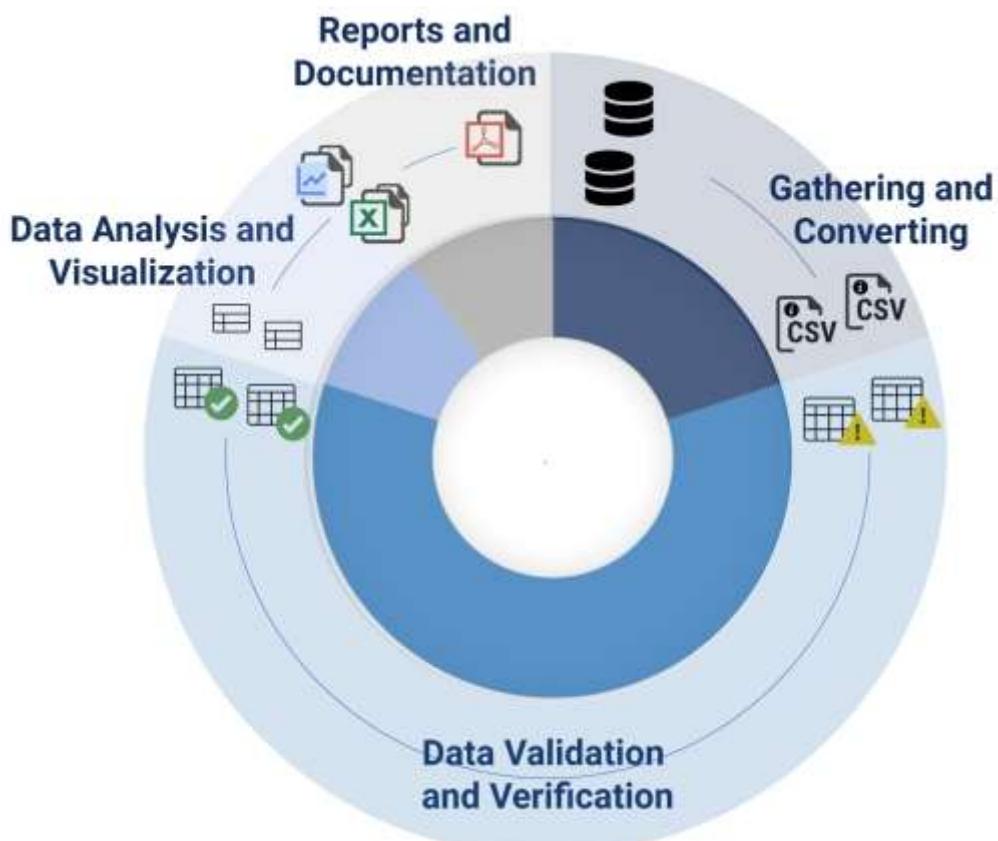
- ? מה בדיקות יש להציג
- ? באיזה פורמט (מבנה, פורמט)
- ? אילו מאפיינים הם חובה
- ? אילו סבירות של דיקום ושלמות הן מקובלות

דרישות הנתונים מתארות את קритריוני האיכות, המבנה והשלמות של המידע המתkeletal ומעובד. לדוגמה, עבור טקסטים אובייקטיבים (7.214 איור - 7.216 איור) חשוב שהעיצוב יהיה מדויק בהתאם לסטנדרטים של התעשייה PDF, במסמכים 7.39, 7.310 (איור 7.39, 7.310) צריכים להיות בעלי מאפיינים נוכנים (מידות, קודים, חיבורים למדריכים CAD במודלים ובעור סריקות של חזים, חשוב שהאריכים ברורים ואפשרות לחילוץ אוטומטי של הסכום והנתנים המרכזיים) איור 4.17 - 4.110).

ניסוח דרישות לנוטרים ובדיקה התאימות באופן אוטומטי הוא אחד החלבים המורכבים ביותר, אך קритיים ביותר. זה השלב שלרוב תופס את רוב הזמן בתהליכי העבודה.

מתבצע (BI) כפי שהוזכר בחלק השלישי של הספר, בין 50% ל-90% מהזמן של אנשי מקצוע בתחום ניתוח הנתונים תחיליך זה כולל איסוף, אימות, ולידציה, איחוד ומבנה של (3.25 אירור) לא על ניתוח, אלא על הכנת הנתונים הנדרדים.

לפי סקר שנערך בשנת 2016 [95], אנשי מקצוע בתחום עיבוד הנתונים במגוון רחב של תחומי דיווחו כי רוב הזמן לאסופה מערכות נתונים קיימות ולארגן: (כ-4.23 אירור) שליהם 80% מהזמן היכי פחות אווהבים לעשויות (לאחד, למבנה (אותן. כך, פחות מ-20% מהזמן שלהם נשאר למשימות ייצוריות, כמו חיפוש דפוסים ומגמות, שיביאו לתובנות וגילויים חדשים).



בדיקת ובטחת איכות הנתונים היא השלב היקר ביותר, הארוך והמורכב ביותר בהכנה הנתונים לאינטגרציה 4.23 אירור. במערכות אחרות.

ניהול מוצלח של נתונים בחברת בנייה דורש גישה מקיפה, הכוללת פרמטריזציה של שימוש, ניסוח דרישות לאיכות הנתונים ושימוש בכלים מתאימים לבדיקה אוטומטית שלהם.

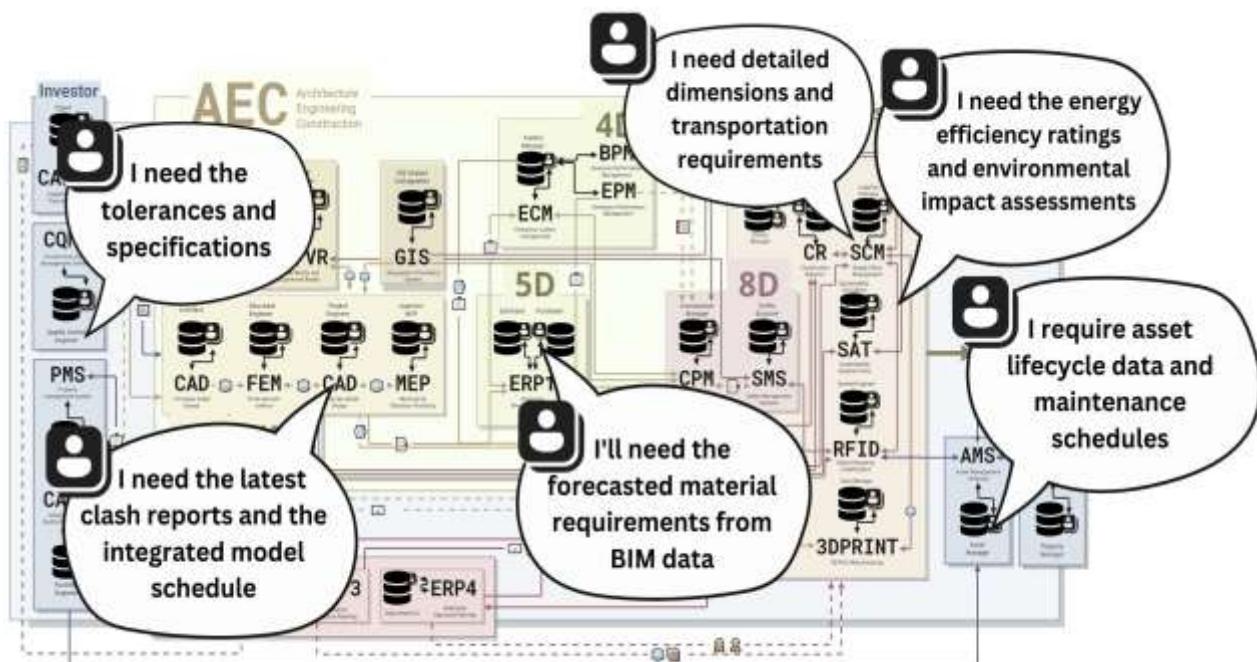
תאימות דיגיטלית מתחילה בדרישות

עם העלייה במספר המרוכבות הדיגיטליות בתוך החברות, עולה גם הצורך בהתאם של הנתונים בינהן. מנהלים האחראים שונים לעתים קרובות נתקלים בקושי לעמוד בקצב הגובר של המידע ומגוון הפורמטים. בתנאים אלו IT על מערכות הללו לבקשתם לבקש מהמומחים ליצור נתונים בצורה המתאימה לשימוש באפליקציות ופלטפורמות אחרות.

זה, בתורו, דורש מההנדסים ועובדים העוסקים ביצירת נתונים, להתאים את עצם ל מגוון דרישות, לעיתים קרובות לא שקיופות והבנה ברורה של היכן וכיצד הנתונים הללו יושמו בהמשך. חוסר בגישות סטנדרטיות לעובדה עם מידע מביא לאובדן יעילות ולהגברת העליות בשלב הבדיקה, אשר לעיתים קרובות, בשל המורכבות והחוסר בסטנדרטיזציה של הנתונים, מתחבצת ידנית.

שאלת הסטנדרטיזציה של הנתונים אינה רק שאלה של נוחות או אוטומציה. מדובר בהפסדים כספיים משנת 2016, ההפסדים השנתיים עקב איקות נתונים נמוכה בארצות הברית IBM ישירים. לפי דוח של חברות ייעוץ אנגליות אחרות מראים כי עלות MIT מסתכמים ב-3.1 טריליאון דולר. בנוסף, מחקרים של איקות נתונים נמוכה יכולה להגיע ל-15-25% מההכנסות של החברה.

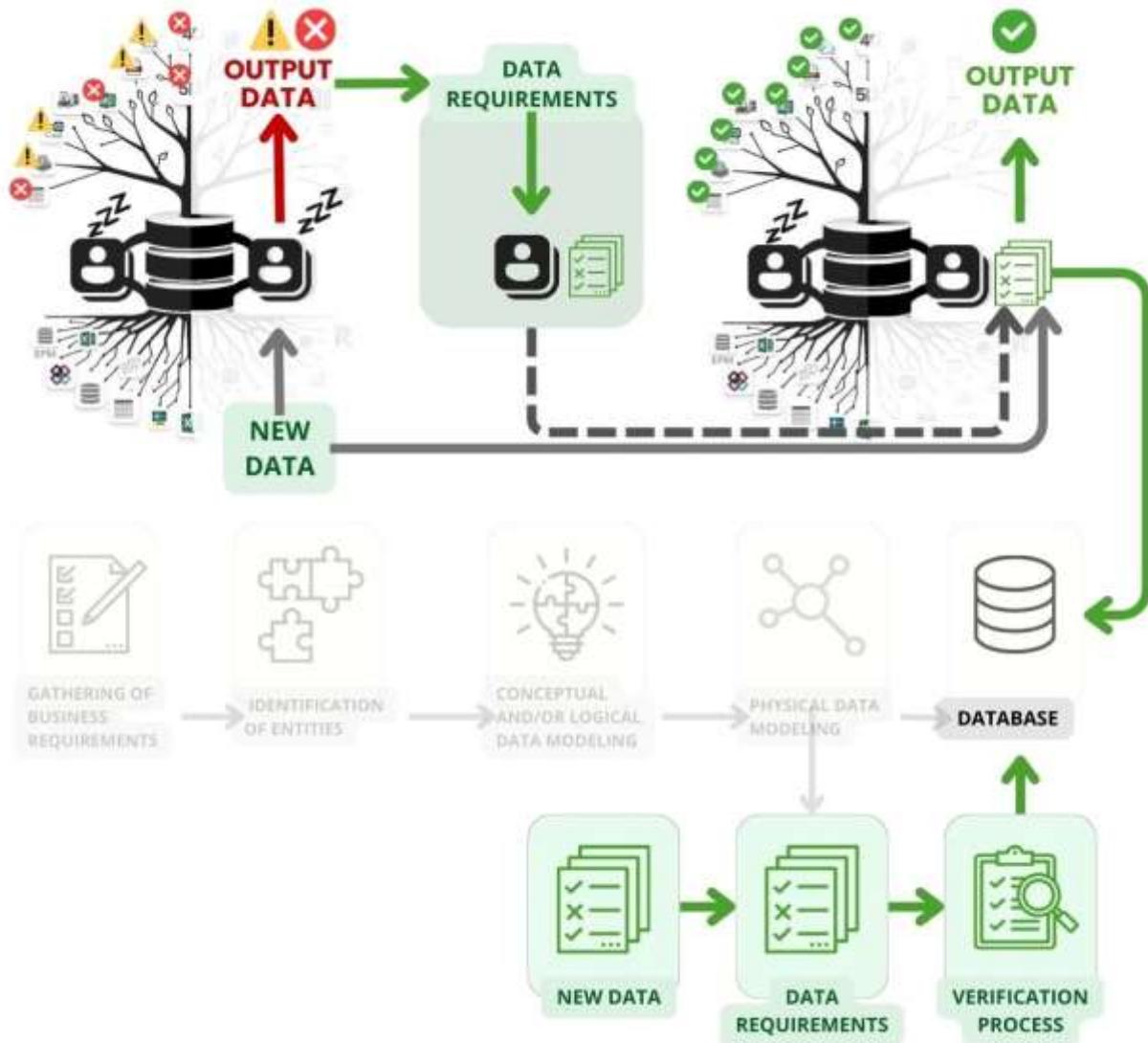
בתנאים אלו, הופך להיות קריטי להזקק בדרישות ברורות נתונים ובתיוורים של אילו פרמטרים, באיזה פורמט ובאיזה רמת פירוט יש לכלול באובייקטים הנוצרים. ללא פורמליזציה של דרישות אלו, אין אפשרות להבטיח את איקות הנתונים ואת התאמתם בין המערכת לבין שלבי הפרויקט.



עסק מבוסס על אינטראקציה בין תפקידים שונים, כאשר כל אחד מהם דורש פרמטרים ומערכות מסוימים, קריטיים לביצוע משימות עסקיות.

כדי לנוכח דרישות נכונות נתונים, יש להבין את תהליכי העבודה ברמת הנתונים. פרויקטים בניטאים משתנים לפי סוג היישוב, (ERP 4D (תכנון לחז敏), CAD (BIM)) (היקף ומספר המשתתפים, וכל מערכת – בין אם מדובר במידול דורשת עבור הישיות הנכונות שלה פרמטרים ייחודיים משלה – (SCM) או לוגיסטיקה (ERP 5D) עליות).

בהתאם לצרכים אלו, מנהלי העסקים צריכים או לתקן מבני נתונים חדשים בהתחשב בדרישות שנקבעו, או להתאים TABLES ומסדי נתונים קיימים. איקות הנתונים הנוצרים תהיה תלואה ישירות בכמה מדוקית ונכונה נושא הדרישות.



aicوت הנתונים תלויה באיכות הדרישות שנוצרות עבור מקרים ספציפיים של שימוש בנתונים.

מכיוון שכל מערכת מציבה את הדרישות הספציפיות שלה לנתונים, החעכץ הראשון בניתוח דרישות כליליות צריך להיות קטגוריזציה של כל האלמנטים המשתתפים בתהליכי העסקים. זה אומר שיש צורך בחלוקת של אובייקטים לקטגוריות וקבוצות קטגוריות, המתאימות למערכות או למשימות יישומיות ספציפיות. עבור כל קבוצה כזו, יש לפתח דרישות נפרדות לגבי המבנה, האטריבוטים ואיכות הנתונים.

עם זאת, במציאות, יישום גישה זו נתקל בבעיות משמעותיות: חוסר בשפה איחודית לקיבוץ נתונים. סיווגים מפוזלים, שכפול מזהים וחוסר תאימות בפורמטים מביאים לכך שכל חברה, כל תוכנה ואפיילו כל פרויקט יוצרים מודלים ודיירוגים שונים מבהדים שלהם. כתוצאה לכך נוצר מגדל בבל דיגיטלי, שבו להעברת מידע בין מערכות נדרשים המרות רבות למודלים ודיירוגים הנדרשים, לעיתים קרובות מבוצעות ידנית. ניתן להתגבר על מהסומן זה רק על ידי מעבר למדריכים אוניברסליים וסטנדרטים של דרישות.

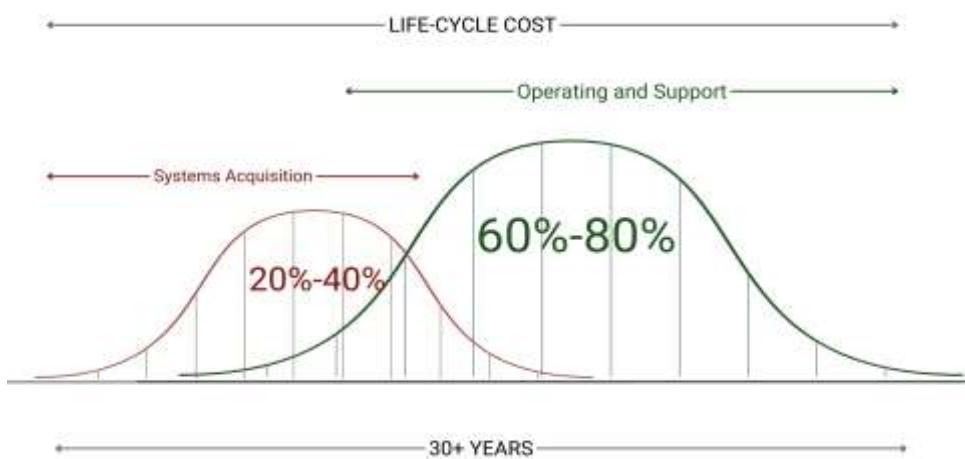
שפה איחודית לבנייה: תפקיד המדרגים בטרנספורמציה דיגיטלית

בהקשר של דיגיטציה ואוטומציה של תהליכי בדיקה ועיבוד, תפקיד מיוחד ממלואות מערכות סיווג של רכיבים - מעין "מילונים דיגיטליים", המבטיחים איחדות בתיאור ובפרמטריזציה של אובייקטים. בדיקת המדריכים יוצרם את "השפה" האיחודית "המאפשרת לקבץ נתונים לפי משמעות השימוש ולשלב נתונים בין מערכות שונות, רמות ניהול ושלבי מחזור חyi הפרויקט".

ההשפעה המורגשת ביותר של המדריכים היא בכלכלה של מחזור חי הבניין, שבה ההיבט החשוב ביותר הוא אופטימיזציה של עלויות תפעול ארוכות טווח. מחקרים מראים כי הוצאות הפעול מהוות עד 80% מההוצאות הכוללת של בעלות על בניין, מה שמכפיל את העליות הראשונות של הבנייה (איור 4.26) [98]. [משמעות הדבר היא שההחלטה על הוצאות עתידיות מתעצב במידה רבה כבר בשלב התכנון]

צריכות להיות נקודת המוצא בעת (CAFM, AMS, PMS, RPM) لكن, הדרישות מהנדסי התפעול גיבוש הדרישות לנוטרים בשלב התכנון (איור 1.24). מערכות אלו צריכות להיחשב לא כשלב סופי של הפרויקט, אלא כחלק בלתי נפרד מהאקוסיסטמה הדיגיטלית של הפרויקט - מהקונספט ועד לפירוק

מדרך מודרני אינו רק מערכת קודים לקיבוץ. זהו מגנון הבנה הדדית בין אדריכלים, מהנדסים, מעצריכי עלויות בדומה לכך שהטיס האוטומטי של רכב צרייך להזות באופן חד משמעי. IT לוגיסטיים, שירותי תפעול ומערכות אובייקטיבים בכביש בדיק גובה, מערכות הבנייה הדיגיטליות ומשתמשיהם צריכות לפרש באופן חד משמעי את אותו רכיב פרויקט עבור מערכות שונות דרך סוג הרכיב.

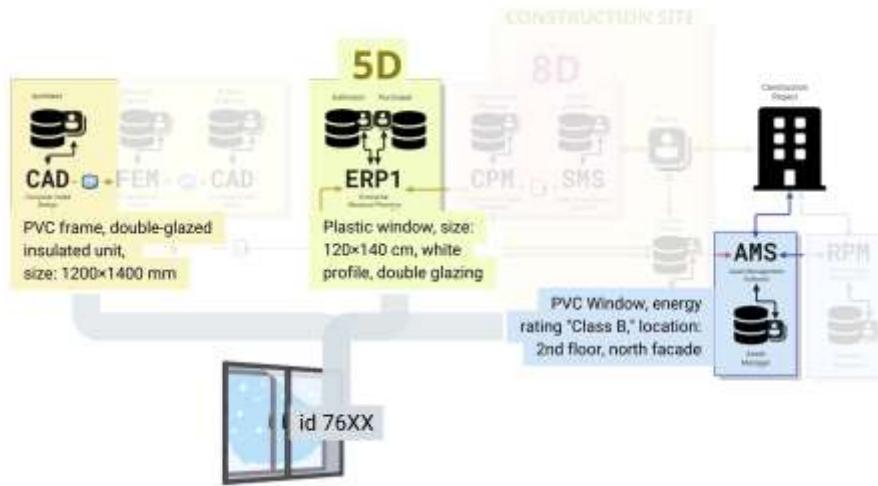


איור 4.26 הוצאות תפעול וטכניות עלות על עלות הבנייה פי שלושה, מהוות 60–80% מכלל הוצאות מחזור חי הבניין (על פי [99]).

רמת הפיתוח של המדריכים מתוארת ישירות עם עומק הדיגיטציה של החברה ובשלב הדיגיטלי שלה. ארגונים עם רמת דיגיטציה נמוכה מתמודדים עם פיצול נתונים, חוסר תאימות של מערכות מידע וככנתזאה מוך, חוסר תאימות וחוסר יעילות של המדריכים. בחברות כאלה, אותו רכיב יכול להיות קרובות להיות בעל מזהם שונים לקיבוץ בערכות שונות, מה שמקשה באופן קרייטי על האינטגרציה הסופית ומקשה על אוטומציה של תהליכי.

במערכת התקצוב ובערכת התפעול (איור CAD לדוגמה, אותו חלון בפרויקט יכול להיות מסומן בדרכים שונות במודול

4.27 בשל הרוב-מדדיות של התפיסה האלמנטימית על ידי משתתפים שונים בתהליך. עבור המתקצב, החשובים בונפהים (27) ובועלות של אלמנט הקטגוריה "חלונות", עבור שירות התפעול - זמינות ויכולת תיקון, עבור האדריכל - תוכנות אסתטיות - ופונקציונליות. בסופו של דבר, אותו אלמנט יכול לדרוש פרמטרים שונים



איור 4.27 כאשר יש חוסר הסכמה בקטgorיזציה בין המערכות, האלמנט בכל שלב של המעבר למערכת אחרת יאבד חלק מהמידע
- האטראיביטיבי

בשל הקושי בהגדירה חד-משמעות של אלמנטים בנייה, מומחים מתחומים שונים לעיתים קרובות מקנים לאוטו אלמנט קטגוריות שאין תואן זו זו. זה מוביל לאובדן ייצוג אחד של האובייקט, מה שדורש התערבות ידנית לאחר מכון כדי להסבירים על מערכות הקטגוריזציה השונות ולקבוע התאמת בין סוגים וקטגוריות שהוגדרו על ידי מומחים שונים.

בעת רכישת אלמנט בנייה (ERP) כתוצאה מהוסר הסכמה כזו, המסמכים התפעוליים שהתקבלו ממחלקת הרכישות (PMIS, SCM) מהឯץן, לעיתים קרובות אינם יכולים להיות מוקשרים כראוי לקטגוריזציה של אלמנט זה באתר הבניה מה (CAFM, AMS) כתוצאה מכך, מידע קרייטי עם סבירות גבוהה לא משתלב במערכות ניהול התשתיות והנכסים או החלפת אלמנט זה (AMS, RPM) שיוצר בעיות חמורות בעת הכנסת האובייקט לפועלה, כמו גם בעת תחזוקה.

בחברות עם שלוחות דיגיטליות גבוהה, המדריכים משחקים תפקיד של מערכת עצבים, המאחדת את כל זרמי CAD, ERP, AMS המידע. אותו אלמנט מקבל מזהה ייחודי, המאפשר להעביר אותו בין מערכות ומדריכים שלון מבליל לעוות או לאבד מידע CAFM.

כדי לבנות מדריכים יעילים, יש להבין כיצד הנתונים יכולים לקרוא ולמין אלמנט בדרכים שונות בפרויקטים שונים. רק על ידי איסוף סטטיסטיות שימוש בשמש שנים, ניתן לפתוח מערכת קטגוריזציה יציבה. כאן נכנס לתמונה למידת מכונה: אלגוריתמים מנתחים אלפי פרויקטים (איור 9.110), (קובעים באמצעות למידת מכונה את הקטגוריות והפרמטרים הסבירים (איור 10.16). הקטגוריזציה האוטומטית היא בעלת ערך מיוחד בתחום בוחנים בקטגוריות היונית אינה אפשרית בשל כמות הנתונים. מערכות הקטגוריזציה האוטומטית יכולו להבחן בקטגוריות -- בסיסיות על סמך פרמטרים מינימליים שמולאו של האלמנט (פרטים נוספים בחלק התשייתי והעשירי של הספר)

: מערכות מדריכים מתקדמיות הופכות לקטליזטוריהם של דיגיטציה נוספת, יוצרות בסיס ל

הערכת אוטומטית של עלויות זמני ביצוע פרויקטים ■

- . ניתוח היוזי של סיכונים פוטנציאליים והתגשויות
- . אופטימיזציה של תהליכי רכישה ושרותות לוגיסטיות
- . יצירת דיגיטליים כפולים של בניינים ומבנים
- . אינטגרציה עם מערכות "עיר חכמה" ו인터넷 של הדברים

הזמן להמרת מוגבל - עם התפתחות הטכנולוגיות של למידת מכונה וראייה ממוחשבת, הבעה של סיווג אוטומטי, שלא הצלחה להיפתר במשך שנים רבות, תיפתר בשנים הקרובות, וחברות בנייה ועיצוב שלא הספיקו להסתגל לכך, מסתכוות לחוות את גורל מוניות השירות שהודרו על ידי פלטפורמות דיגיטליות.

פרטים נוספים על אוטומציה של חישובי עליות ומנים, כמו גם על נתונים גדולים ולמידת מכונה, יידונו בהמשך החמישי והתשיעי של הספר. שאלות הסיכון לחוות את גורל מוניות השירות והאובייקטיב של תעשיית הבניה נבחנות בפרק בחלק העשירי של הספר.

בהתבונת הפקיד המركזי של מוסוגים בהמרת הדיגיטלית של תעשיית הבניה, יש לפנות להיסטוריה של האבולוציה שלהם. ההקשר ההיסטורי מאפשר להבין כיצד התפתחו הגישות לסיווג ואילו מגמות קובעות את מצבם המודרני.

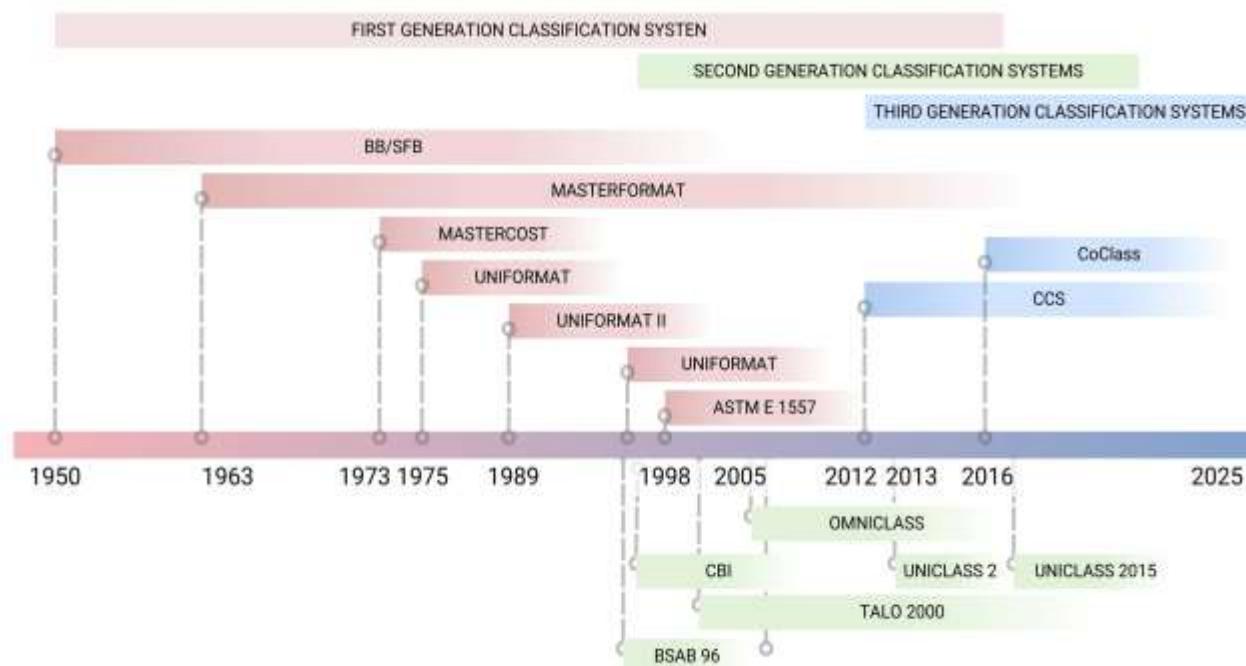
אבולוציה של מערכות סיווג - Masterformat, OmniClass, Uniclass CoClass

ההיסטוריה, מסוגים של רכיבי בנייה ועבודות התפתחו בשלושה דורות, שככל אחד מהם שיקף את רמת הטכנולוגיות והזמינות ואת הצרכים הרלוונטיים של התעשייה בתקופה מסוימת (איור 4.28)

הדור הראשון (תחילת שנות ה-50 - סוף שנות ה-80) - מדריכים מודפסים, מסוגים היררכיים, שנעשה בהם שימוש ומושך (למשל, Masterformat, SfB).

הדור השני (סוף שנות ה-90 - אמצע שנות ה-2010) - טבלאות ומסדי נתונים מובנים, המיעדים ליישום ב Excel-Access (ASTM E 1557, OmniClass, Uniclass 1997).

הדור השלישי (API הדור השלישי (משנות ה-2010 ועד היום) - שירותי דיגיטליים וממשקי CAD (BIM), או אינטגרציה עם, Uniclass 2015, CoClass).



איור 4.28 שלושה דורות של מסוגים בתעשייה הבניה.

בעשורים האחרונים נפתחה ירידת מרכיבות היררכית (איור 4.29) של המסוגים: אם מערכות מוקדמות, כמו OmniClass, השתמשו עד 7 רמות של הטמעה לתיאור 6887 קטגוריות, הਪתרונות המודרניים, כמו CoClass, Uniclass. מוגבלים ל-3-4 רמות עם 750 קטגוריות. זה מפשט את העבודה עם נתונים, תוך שמירה על הפרטים הנדרשים הנמצאים בשימוש נרחב בבריטניה כסטנדרט, אחד 7210 קטגוריות בארכט'ר רמות בלבד, מה שהופך אותו לנובה, ורכישות משלטיות CAD עבור פרויקט.

Classifier	Table / Objects	Number of classes	Nesting depth
OmniClass	Table 23 Products	6887	7 levels
Uniclass 2015	Pr — Products	7210	4 levels
CoClass, CCS	Components	750	3 levels

איור 4.29 עם כל דור חדש של מסוגים, מרכיבות הקטגוריזציה פוחתת באופן משמעותי.

במערכות הערכת עלויות בניה במדינות שונות, בשל השוני במסוגים, אפילו רכיב טיפוסי כמו קיר יסוד מבטון יכול להיות מתואר בדרכים שונות לחלוטין (איור 4.210). ההבדלים הללו משקפים את המאפיינים הלאומיים של הפרקтика הבניתית, את מערכות המדידה המישומות, את הגישות לסיווג חומרים, כמו גם את הדרישות התקניות והטכניות החלות בכל מדינה.



איור 4.210 אותו רכיב במדינות שונות משמש בפרויקטים דרך תיאורים ומסוגים שונים.

המגון של סיווגים של אוחם אלמנטים מקשה על שיתוף פעולה בינלאומי, הופך את השוואת העליות והיקף העבודה - בפרויקטים בינלאומיים למורכב, ולעתים אף בלתי אפשרי. נכון לעכשיו, ברמה הגלובלית אין סיווג אוניברסלי אחד כל מדינה או אזור מפתחים מערכות מיוחדות משליהם, בהתאם על תקנים מקומיים, שפה ותרבות עסקית.

(דנמרק: (מערכת סיווג עליות לאורך כל מהזור חי הפרויקט) (תכנון, בנייה, תפעול). (הדגש הוא על לוגיקת CCS התפעול והתחזקה, אך היא כוללת גם ניהול תקציבים ומשאבים).

(נורבגיה: (מוסוגת פרויקטים לפי פונקציות, אלמנטים מבניים ושלבי מהзор חי הפרויקט. משמשת NS 3451 לניהול פרויקטים, הערכת עליות ותכנון אורך טווה.

ארצות הברית: (מערכת לארגון מפרטי הבניה לפי קטגוריות (למשל: בטון, חשמל, גימור) MasterFormat UniFormat-בניגוד ל) מתמקדת בדיסציפלינות ובסוגי עבודות, ולא באלמנטים פונקציונליים).

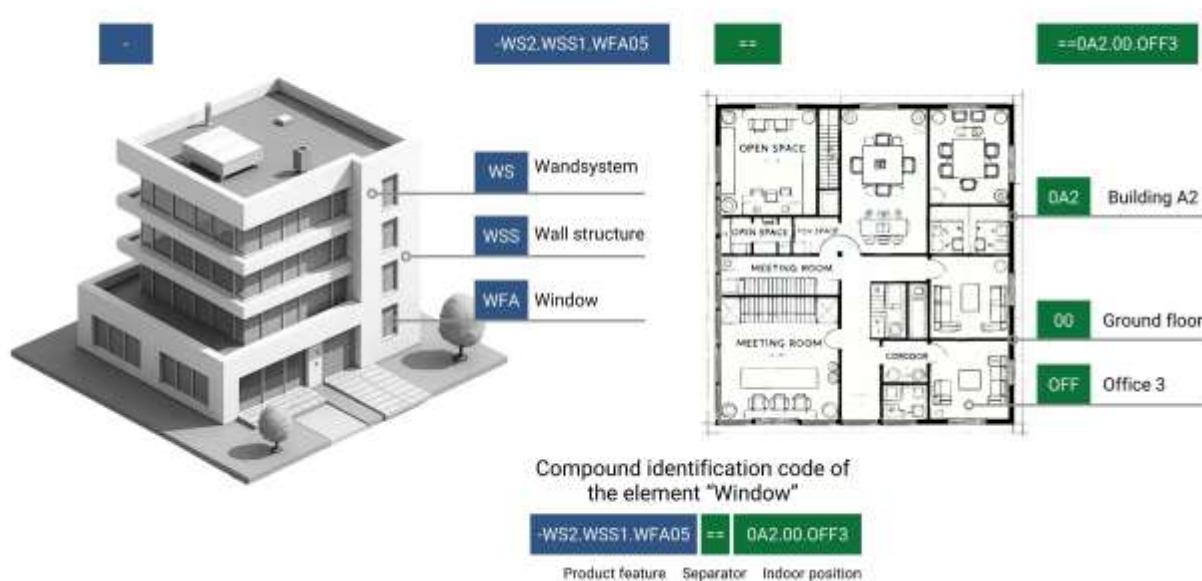
מאחד BIM (בריטניה: (אחד הסיווגים המפורטים ביותר, מיועד לרכישות ממשלתית ולפרויקט 2 Uniclass נתונים על פרויקטים, עבודות, חומרים ומרחבים במערכת אחת OmniClass: לניהול מידע על פרויקטים: מספרית רכיבים (מספרית רכיבים (בארצות הברית CSI פותח על ידי) תקן בינלאומי: CAD-COBie: ולכלים דיגיטליים אחרים (BIM) (BIM) -ועד מפרטים אלקטרוניים. מתאים לאחסון נתונים נטווה אורך, תואם להחלפת מידע בנוגע לבניית תפעול - תקן בינלאומי להחלפת נתונים בין שלבי התכנון, הבניה והפעול: COBie, מוכן להפעול. מתקדם בהעברת מידע (למשל BIM כחלק מהקונספט של "מודל 4:2014-BS 1192-4:2014" כולל ב (מספרית ציוד, אחריות, פרטי קשר של קבלנים).

הגלובלייזציה של תעשיית הבניה צפואה להוביל לאיחוד הדרגי של מערכות סיווג אלמנטים בנייה, מה שיקטין באופן משמעותי את התלות בתקנים לאומיים מקומיים. תהליך זה עשוי להתפתח בדומה להתקפות התקשרות באינטרנט, שבה פרוטוקולים אוניברסליים להעברת נתונים בסופו של דבר החליפו פורמטים מקומיים מפוזרים, והבטיחו תאימות גלובלית של מערכות.

דרך חלופית להתקפות עשויה להיות המעביר הישיר למערכות סיווג אוטומטיות המבוססות על טכנולוגיות למידת מכונה טכנולוגיות אלו, המפותחות כיום בעיקר בתחום התהוויה האוטונומית, מציאות פוטנציאלית משמעותית ליישום על כמות CAD גדולות של נתונים תכנון.

כיוון, המצב אינו מוגבל רק לקלאסטריזציה הלאומית של סיוגים. בשל המונ מאפיינים שאינם נלקחים בחשבון ברמה הממשלתית, כל חברה נאלצת לעסוק בעצמה באיחוד ובסטנדרטיזציה של קטגוריות אלמנטים ומשאבים עימם הוא עובדת.

- בדרך כלל, התהליך הזה מתחילה בקטן - מובלאות מקומיות של אובייקטים או מערכות סימון פנימיות. עם זאת, המטרה האסטרטגית היא לעבור לשפה איחודית שמתארת את כל האלמנטים, שתהייה מובנת לא רק בתחום החברה, אלא גם מחוץ לה - באידיאל, מסונכרנת עם מסווגים בינלאומיים או תעשייתיים. גישה כזו מקלה על אינטגרציה עם שותפים חיצוניים
- מערכות דיגיטליות ותורמת להקנות תהליכי ריצוף איחדים במסגרת מהוור הי האובייקטיבים ניתנות להרחבה, יש להשתמש או במסווגים ברמה הלאומית, או לבנות מבנה זיהוי IT לפני המעבר לאוטומציה ולמערכות לוגי וחד משמעי של אלמנטים. כל אובייקט - בין אם זה חלון, דלת או מערכת הנדסית - צריך להיות מתואר כך שנitin יהיה לו הוהו אותו ללא שגיאות בכל מערכת דיגיטלי של החברה. זה קריטי במעבר מרטוטים שטוחים למודלים
- דיגיטליים, המכילים גם את שלב התכנון וגם את הפעלת הבניינים



- דוגמה לקוד זיהוי מורכב של אלמנט בנייה חלון על בסיס מסווג ומיקום בבניין

- אחד מהדוגמאות למסווגים פנימיים יכול להיות פיתוח קוד זיהוי מורכב. קוד כזה מאחד מספר רמות מידע: 'יעוד קומה 0, חדר 3. מבנה A2, פונקציונלי של האלמנט (למשל, חלון בקיר), ("סого, וכן את הקישור המרחבי המדוקיק - בניין, רב-רמתות כזה מאפשר לצור מערכת ניווט איחודית במודלים דיגיטליים ובמסמכים, במיוחד בשלבי בדיקה והמרת נתונים שבהם נדרש קבוצת אלמנטים חד משמעית. חד משמעיות הזיהוי של האלמנט מבטיחה עקביות בין המחלקות ומחזיתה
- את הסיכוןים להכפלה, שגיאות ואובדן מידע'

: מסווג בניוי היבט הוא לא רק מסמך טכני, אלא היסود של המערכת הדיגיטלית של החברה

■; מבטיחה תאימות נתונים בין מערכות

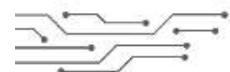
; מקטין את העליות לחיפוי ועיבוד מידע ■

; מעלה את השקיפות והנימוליות ■

. יוצר בסיס להרחבת ואוטומציה ■

תיאור סטנדרטי של אובייקטים, באמצעות שימוש במסוגים לאומיים או קודי זיהוי מרכיבים, הופך לבסיס לנוטרים. עקביהם, החלפת מידע אמינה והטמעה של שירותים אינטלקנטיטיים - החל מרכישות אוטומטיות ועד דיגיטליים כפולים.

לאחר סיום שלב מבנה הנוטרים המגוונים ובחרית המסוג שישמש לזיהוי וקיובן אלמנטים, השלב הבא הוא מודל נתונים נכון. תחילה זה כולל הגדרת פרמטרים מרכזיים, בניית מבנה נתונים לוגי ותיאור הקשרים בין האלמנטים.



פרק 4.3 מודל נתונים ומרכז מצוינות

מודל נתונים: מודל קונספטואלי, לוגי ופיזי

ניהול נתונים ייעיל (מודניים ומסוגים קודם לכך) אינו אפשרי ללא מבנה אחסון ועיבוד מתוכנן היטב. כדי להבטיח גישה ועקבות של מידע בשלבי האחסון והשימוש, חברות משתמשות במודל נתונים - מתודולוגיה המאפשרת לתכנן טבלאות מסדי נתונים וקשרים ביניהם בהתאם לדרישות העסקיות.

מודל הנתונים הוא היסוד שעליו נבנית כל מערכת אקוולוגית דיגיטלית. ללא תיאור של מערכות, דרישות ומודל נתונים, מהנדסים ומומחים המייצרים נתונים אינם יודעים ואינם מבינים היכן הנתונים שיוצרים יעשה בהם שימוש.

כמו בבנייה בניין, שבה אין אפשרות להתחיל להניח לבנים ללא תכנית, יצירת מערכת אחסון נתונים דורשת הבנה ברורה של אילו נתונים ייעשה בהם שימוש, כיצד הם קשורים זה לזה, וכי יעבדו אותם. ללא תיאור של תהליכי ודרישות מהנדסים ומומחים המייצרים נתונים מאבדים את המבט על היכן וכיצד הנתונים הללו יושמו בהמשך.

הוא מאפשר לנוכח דרישות, לבנה מידע ולהקל על התקשרות בין בעלי IT-מודל הנתונים משמש כקשר בין העסק לעניין. במובן זה, מודל הנתונים דומה לעובדה של אדריכל, אשר לפי רעיון הלקוח מפתח תכנית לבניין, ולאחר מכן מעביר אותה לבוניים - מנהלי ופתחי בסיס נתונים - לצורך ביצוע (יצירת בסיס נתונים).

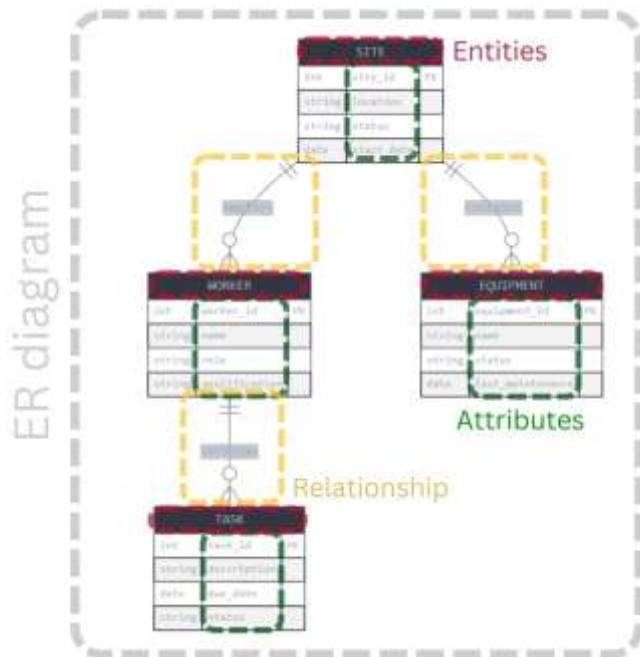
כך, כל חברת בנייה, בנוסף לבניה ולקטגוריזציה של אלמנטים ומשאים, צריכה לרכוש את האמנות של "בנייה" בסיס נתונים (טבלאות (וללמוד ליצור קשרים ביניהם, כדי מחברים לבנים לקיר ידע חזק ואמין של נתוני החברה. המונחים --המרכזיים במודל הנתונים כוללים

ישויות - אלו הם אובייקטים, נתונים עליהם יש לאסוף. בשלהי מוקדם של התכנון, ישוט יכולה להיות אלמנט בודד (למשל "דלת", ") ובמודל התקציב - קבוצת אלמנטים המאוחדים לפי קטגוריות (למשל "דלתות", "פנימיות").

תכונות - אלו הן מאפיינים של ישויות, המתארים פרטים חשובים: מידות, תוכנות, עלות הרכבה, לוגיסטיקה ופרמטרים נוספים.

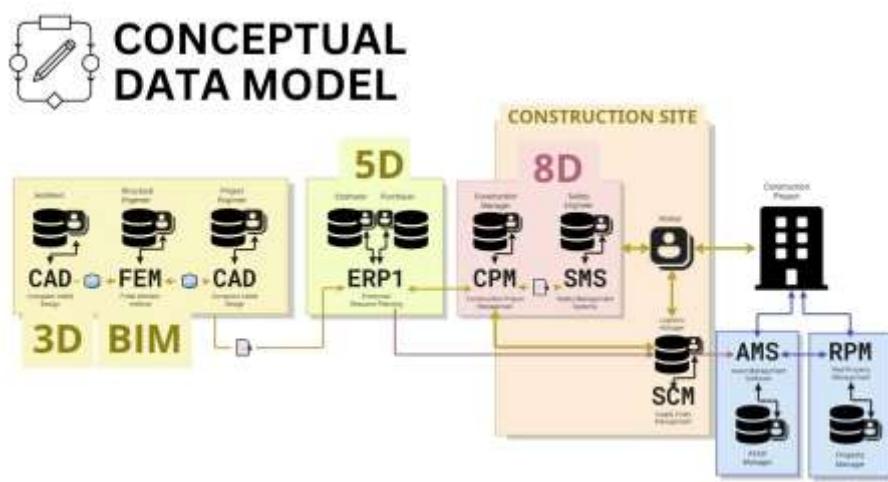
קשרים - מראים כיצד ישויות אינטראקטיבית זו עם זו. הם יכולים להיות מסווגים שונים: "אחד לאחד", "רבים לאחד", "רבים לרבים".

סכמות ויזואליות, שבהן מוצגות ישויות, תוכנות - ER (Entity-Relationship diagrams)-diagram. יכולות להיות קונספטואליות, לוגיות ופיזיות - כל אחת משקפת רמת פירוט ER וקשרים ביניהם. דיאגרמות שונות.



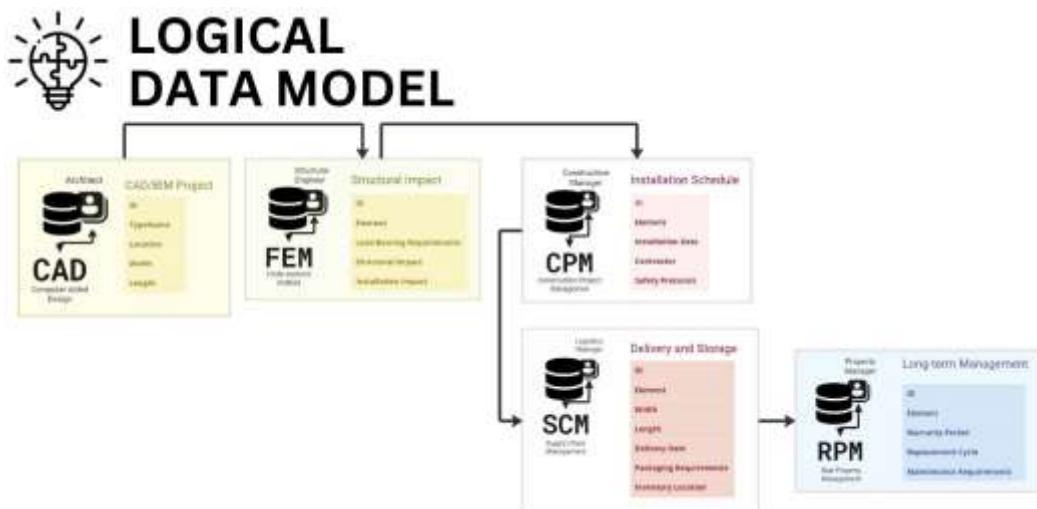
של מבנה בסיס הנתונים הקונספטואלי עם יישויות, תכונות וקשרים ER דיאגרמת.

ההילך תכנון הנתונים והגדרת הקשרים מוחלק באופן מסורתי לשולש מודלים עיקריים. כל אחד מהם מבצע ■
ההציגת מבנה הנתונים **抽象פונקציות מסוימות**, תוך הבחנה ברמת הפירוט ובדרגת הה
מודל הקונספטואלי של הנתונים: מודל זה מתאר את היישויות העיקריות ואת הקשרים ביניהן, מבלי להיכנס
לפרטים של תכונות. בדרך כלל הוא משתמש בשלב ההתחלתי של התכנון. בשלב זה ניתן לבצע סקיזות של בסיסי
נתונים ומערכות, כדי להראות את הקשר בין מחלקות ומומחים שונים.



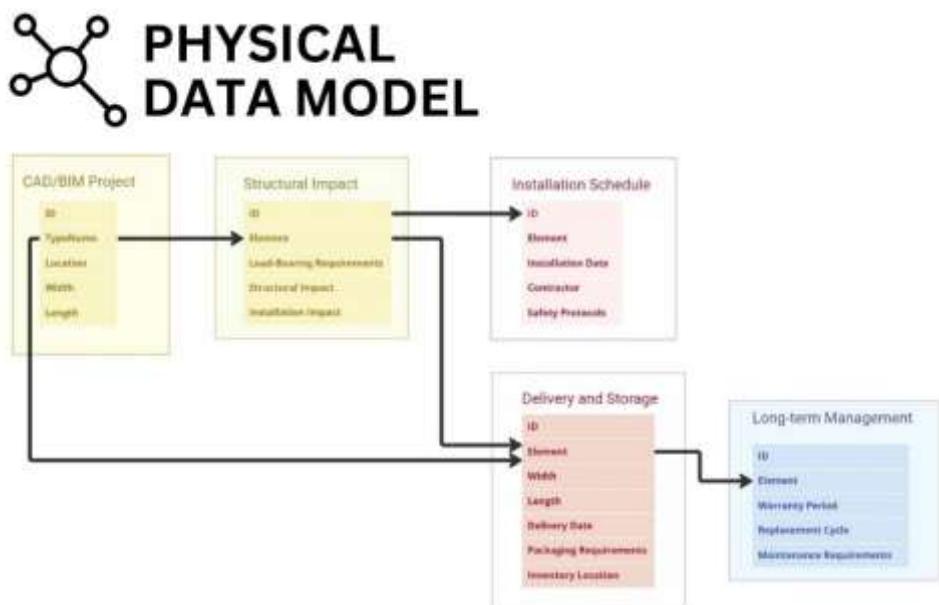
דיאגרמה קונספטואלית מתארת את תוכן המערכת: ייצוג ברמה גבוהה של הקשרים, ללא פרטים טכניים.

מודול נתונים לוגי: בהתבסס על המודל הקונספטואלי, המודל הלוגי כולל תיאור מפורט של יישויות, תכונות, מפתחות ■
וקשרים, הממחישים את המידע העסקי ואת הכללים.



איור 4.33 המודל הלוגי של הנתונים מתאר בפרט את סוגי הנתונים, הקשרים והפתרונות, אך לא יישום מערכת.

מודל נתונים פיזי: מודל זה המתאר את המבנים הנדרשים ליישום מסד הנתונים, כולל טבלאות, עמודות וקשרים. הוא מתמקד בביוצוי מסד הנתונים, אסטרטגיות אינדוקציה ואחסון פיזי כדי ליעיל את הפרישה הפיזית של מסדי נתונים.



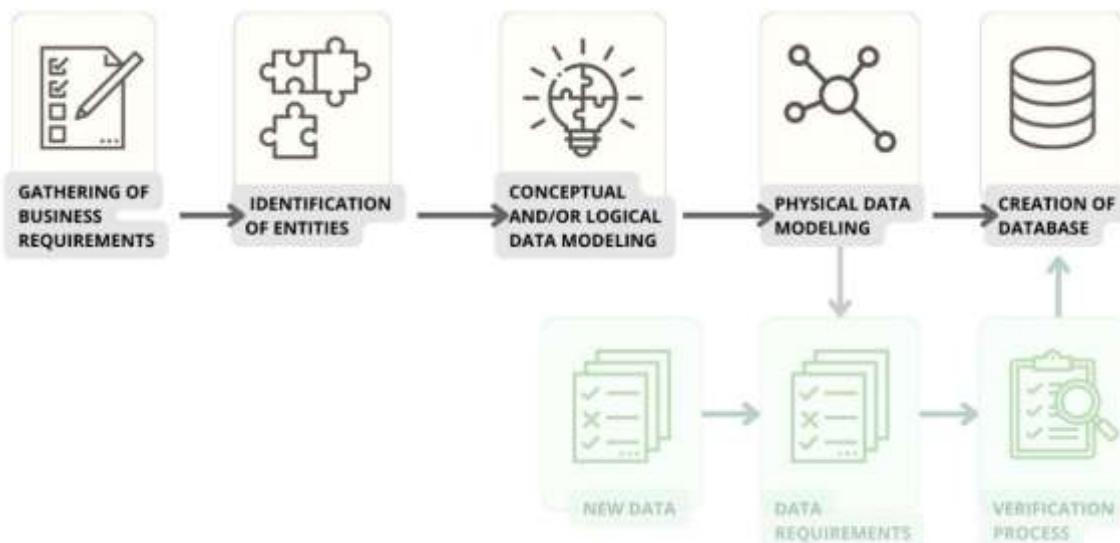
איור 4.34 המודל הפיזי של הנתונים מגדיר כיצד תישם המערכת, כולל טבלאות ופרטים ספציפיים של מסד הנתונים.

ה משחקת תפקיד מרכזי במבנה 抽象 במבנה מסדי נתונים ועיצוב קשרים טבלאים, הבנת רמות הה ארכיטקטורת מערכת עליה.

מתודולוגיה יعلاה למידול נתונים מאפשרת לשלב בין משימות עסקיות לישום טכני, מה שהופך את כל שרשרא התהליכיים ליותר שקופה וניהולית. מידול נתונים הוא לא משימה חד פעמית, אלא תהליך הכלול צעדים רציפים (איור

4.35):-

- איסוף דרישות עסקיות: מוגדרות משימות מפתח, מטרות ורמי מידע. זהו שלב של אינטראקציה פעילה עם מומחים ומשתמשים.
- זהוי ישויות: מבודדות אובייקטים עיקריים, קטגוריות וסוגי נתונים שחייב לזכור בהשbon במערכת העתידית.
- פיתוח מודל קונספטואלי ולוגי: תחילה מתועדות ישויות מפתח וקשריהן, ולאחר מכן תוכנות, כלליים ומבנה מפורט.
- מידול פיזי: מתוכנן היישום הטכני של המודל: טבלאות, שדות, קשרים, מגבלות, אינדקסים
- ייצור מסדי נתונים: השלב הסופי הוא יישום המודל הפיזי במערכת ניהול מסדי נתונים שנבחרה, ביצוע בדיקות והכנה לפעולה.



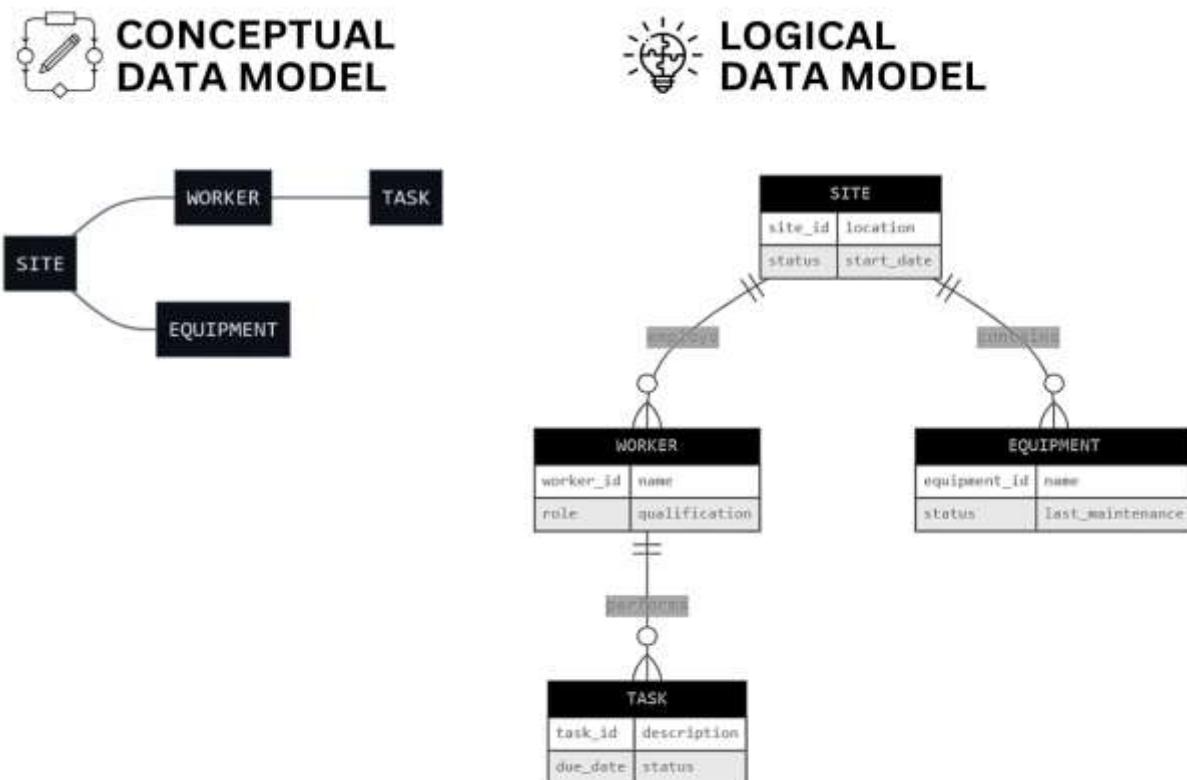
איור 4.35 ייצור מסדי נתונים ומערכות ניהול נתונים עבור התהליכים עסקיים מתחילה בהגדלת דרישות ומידול נתונים.

התהליכי מידול נתונים בניוים היבר מאפשרים להביטה שקייפות בזרמי המידע, מה שהוא חשוב במיוחד בפרויקטים מורכבים כמו ניהול פרויקט בנייה או אתר בנייה. נבחן כיצד המעבר מהמודל הקונספטואלי ללוגי, ולאחר מכן פיזי, מסייע לסדר את התהליכים.

מודול נתונים מעשי בהקשר של בנייה

ניקח לדוגמה את משימת מידול הנתונים של ניהול אתר בנייה ונמיר את הדרישות של המנהל לעיצוב מודל לוגי מובנה (עובדים, SITE) בהתאם על הצרכים הבסיסיים של ניהול הבניה, נגדיר את הישויות המרכזיות עבור: אתר בנייה כל ישות (EQUIPMENT) ושימוש בציוד (TASK) (USES, EQUIPMENT_USAGE). זה יכול להיות תיאור המשימה, מועד סיום TASK מכילה קבוצת תוכנות המשקפות מאפיינים חשובים. לדוגמה, עבור שם, תפקידו באתר, תעסוקה נוכחית וכו - WORKER - סטטוס, עדיפות; עבור

במודל הלוגי נקבעות הקשרים בין יישוות אלו, המראות כיצד הן אינטראקטיביות זו עם זו בתחום עובדה אמיתיתים (איור 4.36). דוגמה, הקשר בין האתר לעובדים מצבע על כך שבאתר אחד יכולים לעבוד מספר עובדים, והקשר בין העובדים. למטרות משקף שעבוד אחד יכול לבצע מספר משימות.



איור 4.36 המודל הקונספטואלי והלוגי של הנתונים, שנוצר על פי דרישת המנהל לתייאור התהליכים באתר הבניה.

בעבר למודל הפיזי מתווספות פרטים טכניים של היישום: סוג נתונים ספציפיים (VARCHAR, INT, DATE), מפתחות ראשיות וזרים לקשרים בין הטבלאות, כמו גם אינדקסים לשיפור ביצועי מסד הנתונים (איור 4.37).

לדוגמה, עבור הסטטוסים יש קבוע סוגים ספציפיים עםערכים אפשריים, וכך לשפר את ביצועי החישוב יש להוסיף זה הופך את התיאור הלוגי של המערכת לתוכנית יישום status-worker_id אינדקסים על שדות מפתח, כמו קונקרטיות של מסד הנתונים, מוכנה ליצירה והטמעה.

PHYSICAL DATA MODEL



איור 4.37 המודל הפיזי של הנתונים מתאר את היחסות באתר הבניה דרך הפרמטרים המינימליים הנדרשים.

המודל הפיזי לעומת המודל הלוגי. במודול הלקוח, חלוקת הזמן על המודלים נראה כך: כ- 50% מוקדש למודל הקונספטואלי (איסוף דרישות, דיוון בתהליכיים, זיהוי יישויות, ... – למודל הלוגי) (הברחת תוכנות וקשרים (ו- 40% – למודל הפיזי) יישום, בדיקה, התאמת למערכת ניהול מסדי נתונים (ו-

אייזון זה מוסבר בכך שהשלב הקונספטואלי מניח את היסוד לבנת הנתונים, בעוד שהמודל הלוגי רק מבהיר את הקשרים והתכונות. המשאים האגדולים ביותר נדרשים למודל הפיזי, שכן בשלב זה הנתונים מוטמעים בפלטפורמות ובכליים קונקרטיים.

יצירת בסיס נתונים באמצעות מודלים לשוניים גדולים

עם מודל הנתונים ותיאור היחסות דרך הפרמטרים, אנו מוכנים ליצור מסדי נתונים – מאגרי מידע שבהם יוכל לאחסן

את המידע המתקבל לאחר שלב הսטרוקטורייזציה בתהליכיים קונקרטיים

בדוגמת שפת התכנות SQLite ננסה ליצור דוגמה למסד נתונים פשוט אך פונקציוני עם מינימום קוד באמצעות SQL מסדי נתונים רלוונטיים נבחנו בפרק "מסדי נתונים רלוונטיים מבניים ושפת השאלות".

SQLite היא מסד נתונים קל, קוד פתוח, מומלע, חזקה פלטפורמות, התומך בפונקציות בסיסיות של SQL. וונמצאת כמעט בכל סמארטפון SQLite-CAD (BIM), ERP, EPM בשימוש נרחב ב-

על בסיס המודל הפיזי שנוצר למעלה (איור 4.34) עברו עבורה מסד נתונים קטן LLM נבקש מモdel -(לוח זמני להרכבה)-CPM(השפה מבנית או FEM מערכות

או כל אחד אחר (ChatGPT, LlaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN):

עבור מערכות "השפה מבנית" או "לוח זמני להרכבה" מהאיור המצורף SQLite צור מסדי נתונים -<הכנס לשינה את הסכימה כהדריה (איור 4.34)

תשובה LLM: 2



```

1 import sqlite3
2
3 # Connect to SQLite database (or create if it doesn't exist)
4 conn = sqlite3.connect('construction.db')
5
6 # Create a cursor object using the cursor() method
7 cursor = conn.cursor()
8
9 # Create table - Structural Impact
10 cursor.execute('''CREATE TABLE IF NOT EXISTS StructuralImpact (
11                 ID INTEGER PRIMARY KEY,
12                 Element TEXT,
13                 LoadbearingRequirements TEXT,
14                 StructuralImpact TEXT,
15                 InstallationImpact TEXT
16             )''' )
17
18 # Create table - Installation Schedule
19 cursor.execute('''CREATE TABLE IF NOT EXISTS InstallationSchedule (
20                 ID INTEGER PRIMARY KEY,
21                 Element TEXT,
22                 InstallationDate DATE,
23                 Contractor TEXT,
24                 SafetyProtocols TEXT
25             )''' )
26
27 # Commit the changes
28 conn.commit()
29
30 # Close the connection
31 conn.close()
32
33 print("Database and tables created successfully.")

```

איור 4.38 הקוד שנוצר יוצר את מסדי הנתונים והטבלאות מהתמונה שהועלתה, אליום אנו יכולים כעת לטעון נתונים.

שהיא בדרך כלל כוללת בסביבת SQLite, הקוד הזה ליצירת בסיס נתונים יכול להתבצע בסביבה פיתוח עם תמיכה בפיתוח הסטנדרטיב. ניתן להריץ אותו על כל מחשב מקומי עם פיתון, המסוגל להריץ סкриיפטים וליצור קבצים. לאחר דומה) SQLite **construction.db** בשם SQLite הפעלה והביצוע, הקוד הזה ייצור על הדיסק הקשיה קובץ - בסיס נתונים ".עומ גילוונות עבודה, (שיכיל את הטבלאות "השפעה מבנית" ו"לוח זמנים להתקנה Excel לקובץ CSV.

ניתן יהיה להוציא נתונים באמצעות שאלות **construction.db**, לאחר יצירת הטבלאות החדשנות בסיס הנתונים SQL או ייבוא, מה שיאפשר מאוחר יותר להתחילה ביצירת עיבוד נתונים אוטומטי. ניתן ליבא נתונים לבסיס הנתונים MySQL. מבסיסי נתונים אחרים ואחסונים API או ליצא דרך Excel גילוונות SQLite מקובצי CSV.

כדי להקים תהליכיים יציבים של מודל נתונים וניהול בסיסי נתונים ייעיל, חברות זוקות לאסטרטגיה ברורה, כמו גם לתיאום מסודר בין צוותים טכניים וצוותי עסקים. בתנאים של פרויקטים מפוזרים ומרקוריות נתונים רבים, לעיתים קשה להבטיח עקביות, סטנדרטיזציה ובקרה איכות בכל הרמות. אחת מהפתרונות המרכזים עשויה להיות הקמת מרכז מצוינות (Data Modeling Center of Excellence, COE).

במודל נתונים (CoE) מרכז מצוינות

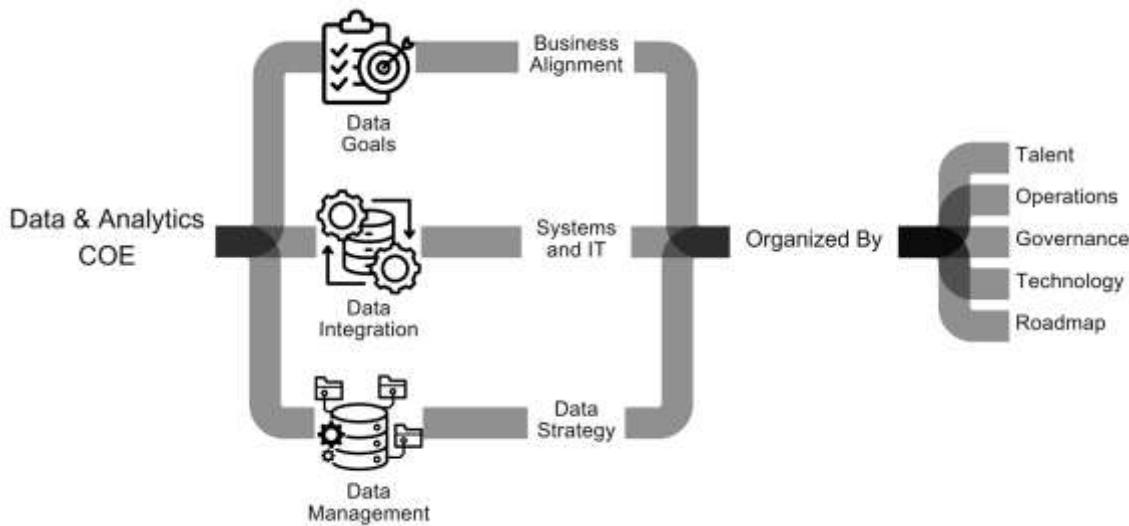
בתנאים שבהם נתונים הופכים לאחד המרכיבים האסטרטגיים, חברות צרכות לא רק לאוסף ולאחסן מידע (Center of Excellence) בקרה נcona - חשוב ללמידה לנשל נתונים בקרה מערכתית. מרכז מצוינות למיון ומודל נתונים הוא ייחודה ארגונית המבטיחה עקביות, איכות ויעילות בכל העבודה עם נתונים בארגון CoE, CoE.

הוא הלב של תמיכה מקצועית והבסיס המתודולוגי לשינויים דיגיטליים בחברה (CoE) מרכז מצוינות הוא יוצר תרבויות עבודה עם נתונים ומאפשר לארגונים לבנות תהליכיים, מקלים החלטות לא על סמך אינטואיציה או מידע מקומי, אלא על סמך נתונים מובנים, מאומתים ומיצגים.

מרכז מצוינות לנתונים בדרך כלל מוקם מכוונים חוצי פונקציות, העובדים לפי עקרון "שתי פיצות". עיקרון זה, שהוצע על ידי ג'פ בוזס, מציין כי גודל הצוות צריך להיות כזה שנדרש להאכיל אותו בשתי פיצות, ככלمر לא לעלות על 6-10 צוותים לכלול עובדים CoE-אנשים. גישה זו מסייעת להימנע מבירוקרטיה מיותרת ואגירה את הגמישות בעבודה. צוות העם מגוון מומנוויות טכניות: מנתח נתונים ולמידת מכונה ועד מומחיות בתחוםים ספציפיים. עם זאת טכני עמוק מהנדסי נתונים צריכים לא רק ליעיל תהליכיים ולמודל נתונים, אלא גם לתמוך בעיתים, מקרים את הזמן למשימות - שגרתיות.

כמו שבטבע, יציבות המערכת האקולוגית מחייבת על ידי מגוון ביולוגים, כך בעולם הדיגיטלי גמישות וההתאמה דרך מגוון גישות לעבודה עם נתונים. עם זאת, מגוון זה צריך להתבסס על כלליים ומוסגים אחידים.

ניתן להשוות ל"מצבי אקלים" של מערכת אקוולוגית יערית, המגדירים אילו סוג נתונים ישgasgo (CoE) מרכז מצוינות תורם לבחירה הטבעית של שיטות עבודה CoE-ויאלו יפסלו אוטומטית. על ידי יצירת "אקלים" נוח לנתונים איכותיים, המיטביות ומודלים, אשר בהמשך הופכים לסטנדרטים בארגון.

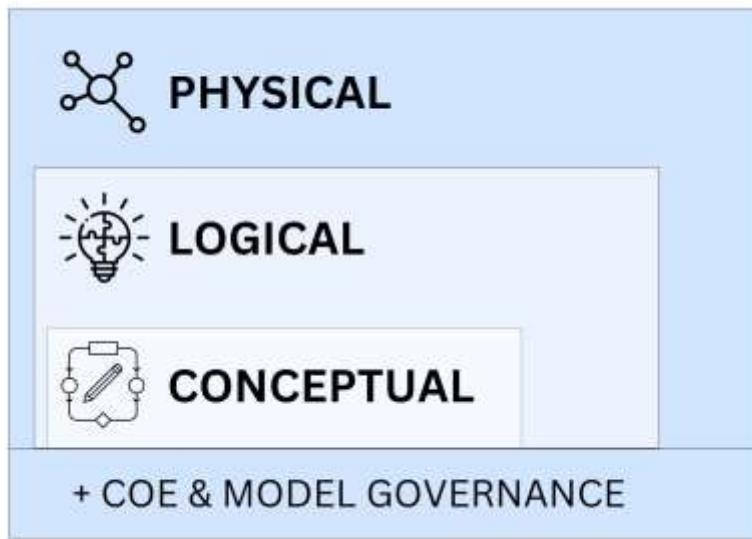


בנתונים ובאנלטיקה מאחד את המומחיות בהיבטים המרכזים של ניהול נתונים, אינטגרציה (CoE) מרכז המידע 4.39 אויר שלם ופיתוח אסטרטגיה.

לספק לחבריו רמה מספקת של אוטונומיה E-CoE כדי לזרז את מהזורי האינטגרציה ולהציג תוצאות טובות יותר, על הבקבלת החלטות. זה במיוחד חשוב בסביבה דינמית, שבה שיטת ניסוי וטעייה, משוב מתמשך ושחרורים חכופים יכולים להביא תועלות משמעותית. עם זאת, אוטונומיה זו יעללה רק כאשר יש תקשורת ברורה ות邏יכה מצד הנהלה הבכירה ללא חזון אסטרטגי ותיאום מלמעלה, אפילו הוצאות המימון ביותר עלול להיות במכשולים בעת יישום היזומות שלו או הנהלה הבכירה של החברה שאחראית לכך שהגישה למידול נתונים לא תוגבל לפROYKT E-CoE-זהו ה אחד או שניים, אלא תהיה משולבת במערכת הכוללת של ניהול מידע ותהליכי עסקים.

אחראי על פיתוח, (Data Governance) בנוסך למשימות הקשורות למידול נתונים וניהולם (CoE) מרכז המידע 4.310 סטנדרטים וגישות אחידים לפריסה ולתפעול של תשתיות נתונים. בנוסף, הוא יוצר תרבות של שיפור מתמיד אוptyimizציה של תהליכי ו שימוש יעיל נתונים בארגון.

- יכולת להיות מחלוקת באופן גס למספר בלוקים מרכזים E-CoE-הגישה המערכותנית לניהול נתונים ומודלים בתוך ה
- מפתח ומישם מתודולוגיות המאפשרות לאחד E-CoE-סטנדרטיזציה של תהליכי ניהול חיו המודלים: את יצירת המודלים וניהולם. זה כולל: יצירה Tabנויות מבניות, שיטות לבקרה איכות ומערכות לניהול גרסאות המבטיחות רציפות נתונים בכל שלב של העבודה
- מוגדרות תפקודים מרכזים בתחום מידול הנתונים. כל E-CoE-ניהול תפקודים וחלוקת אחריות: במסגרת המשותף בפרויקט מקבל פונקציות ואזרחי אחריות מוגדרים בבירור, מה שמשיע לעובדה מסונכרנת של הוצאותים ומפחית את הסיכון לאי התאמה בנתונים
- בקרת איכות וביקורת: ניהול יעיל של נתונים בנייה דורש ניטור מתמשך של איכות. מושגים מגנוניים אוטומטיים לבדוק נתונים, לזהות שגיאות ופריטים חסרים
- אחראי על יצירת מערכת אחידה של סיווג וחיה, סטנדרטים E-CoE-ניהול מטא-נתונים ואדריכלות מידע: לשם ותיאורי יישויות, מה שקריטי לאינטגרציה בין מערכות



4.310-AIOR - מיזול נתונים וניהול איכות נתונים הם אחת המשימות המרכזיות של ה CoE.

בנתונים הוא לא רק קבוצת מומחים, אלא מגנון מערכתי, היוצר תרבות מונעת נתונים חדש (CoE) מרכז המזינים ו מבטיח גישה אחורית לעבודה עם נתונים בכל החברה. בזכות אינטגרציה נכונה של ההליכי מיזול במערכת הכוללת של מסיע לעסוק לשפר באופן מהידי את מוצריו ותהליכי E-CoE-ניהול מידע, סטנדרטיזציה, סיווג ובקרה איכות נתונים, העסק, להגיב ב מהירות לשינויים בשוק ולקבל החלטות מושכלות על בסיס אנליטיקה מהימנה.

גישה המבטיחה אספקה רציפה, אוטומציה - DataOps מרכזים כאלה ייעלים במיוחד בשילוב עם עקרונות מודרניים של בפרק השמנני, בפרק "טכנולוגיות מודרניות לעבודה עם נתונים DataOps ובקורת איכות נתונים. נדון בפרטים על בתעשייה הבניה".

בפרק הבא נעבד מאסטרטגיה לפראקטיקה - נתחש באופן סמלי למרכז עיבוד נתונים: נבחן בכמה דוגמאות כיצד מתחכע פרמטריזציה של המשימה, איסוף דרישות ותהליכי אוטומטי של אימות



פרק 4.4

מערכת דרישות ואיומות מידע

איסוף וניתוח דרישות: המרת תקשורת לנוטונים מובנים

איסוף וניתוח דרישות הוא הצעד הראשון להבטחת איכות הנתונים. למרות ההפתחות של כלים דיגיטליים, רוב הדרישות עדין מנוטנות בצורה לא מובנית: דרך מכתבים, פרוטוקולי פגישות, שיחות טלפון ודינמיים בעל פה. צורת תקשורת זו, מקשה על אוטומציה, בדיקה ושימוש חוזר במידע. בפרק זה נבחן כיצד להמיר דרישות טקסטואליות למבנים פורמליליים, תוך הבטחת שקייפות ומערכות של שימוש עסקיים.

מחקר חברת גרטנר "aicots נתוניים": שיטות עבודה מומלצות להשגת מידע מדויק "מדגישים את החשיבות הクリיטית של איכות הנתוניים להצלחת יוזמות בתחום הנתונים והאנלטיקה. הם מצינים כי איכות נתונים נמוכה עולה לארגונים בממוצע לפחות 12.9 מיליון דולר בשנה, וכי נתונים אמינים ואיכותיים נדרשים לצירמת חברה המנהלת על ידי נתונים".

חוסר בדרישות מובנות גורם לכך שאנו אלמנט (ופרטרים שלו יכולים להישמר במערכות שונות בגרסאות שונות. זה לא רק מפחית את העיילות של התהליכים, אלא גם גורם לאובדן זמן, שכפול מידע וצורך בבדיקה נתונים מחדש לפני השימוש בהם. כתוצאה לכך, אפילו חוסר אחד - פרט אבוד או אלמנט מתואר לא נכון - יכול להאט את קבלת החלטות ולגרום לבזבוז לאיעיל של משאבים.

מחסור בברזיל גורם לאובדן הסוס. מחסור בסוס גורם לאובדן הרוכב. מחסור ברוכב גורם לאובדן ההורעה. מחסור בהורדעה גורם לאובדן הקרב. מחסור בקרב גורם לאובדן המלכה. והכל בגל מחסור בברזיל בקלב

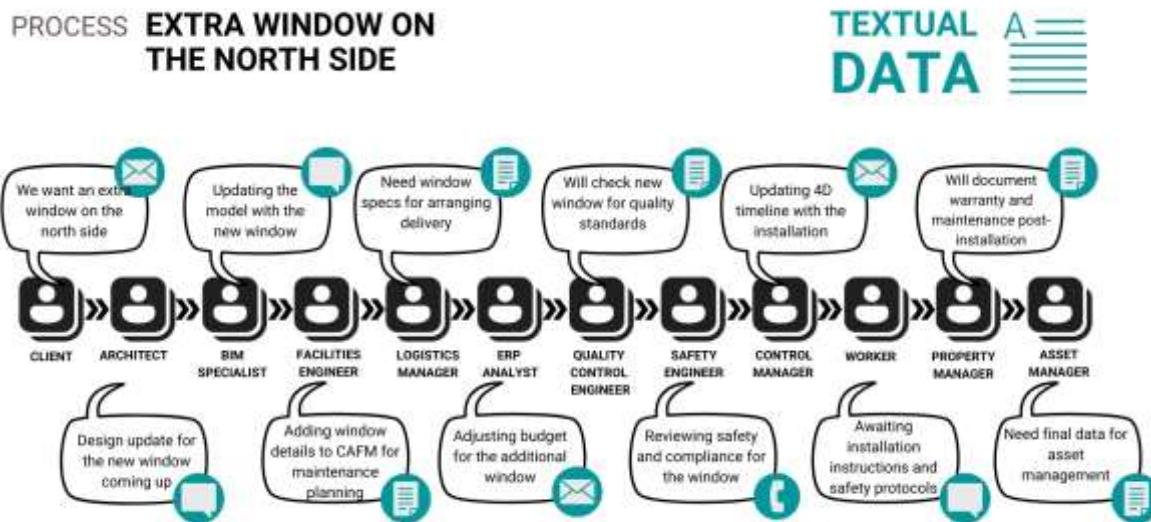
פתחם -

ניתוח ואיסוף דרישות לתחליק מילוי ואחסון נתונים מתחילת ביוזמי כל בעלי העניין. בדוגמה לפתגם שבו אובדן של מסמך אחד מביא לשרשרת של תוכאות קritisיות, בעסק - אובדן של משתף אחד, דרישת חסרה או אובדן אפיו של פרט אחד יכולם להשפיע באופן משמעותי לא רק על תהליך עסקיו בלבד, אלא גם על כל האקויסיטמה של הפרויקט והארגון כולו. לכן, חשוב מאוד לזהות גם את האלמנטים, הפרטרים והתקדים שנראים לא משמעותיים, אך לאחר מכן עשויים להתרברר כקריטיים לציבות העסק.

נניח שהחברה יש פרויקט שבו הלוקה מציע בקשה חדשה - להוסיף חלון נוסף לצד הצפוני של הבניין. בתהליכי הקטן, מנהל הבניה, CAD (BIM) בקשה הלוקה להוספה חדש בפרויקט הנוכחי "מעורבים האדריכל, המזמין, מומחה" מהנדס בקרה איות, מהנדס בטיחות, מנהל הבקרה ומנהל הנדלן, ERP ניהול הלוגיסטיקה, אנליסט

אפילו בתהליך קטן יכולים להיות מעורבים עשרות מומחים שונים. כל משתתף בתהליך צריך להבין את הדרישות של המומחים עימם הוא קשור ברמת הנתונים.

- התקשורת בין הלוקה למומחים בשרשרת התהליך מתבצעת כך (4.41 איר) ברמת הטקסט
 - "הזמן": החלתו להוסיף חלון נוסף בצד הצפוני כדי לשפר את התאורה. האם זה ניתן ליישום-CAD-האדריכלי": כמובן, אני עבור על הפרויקט כדי לכלול את החלון החדש ואשר את תוכניות המעודכנות ב-(BIM)".
 - עם החלון הנוסף ואחריו (BIM)-CAD-קיים את הפרויקט החדש. אני מעדכן את מודל ה-CAD מומחה".
 - ".אספק את המיקום והמידות המדוייקות של החלון החדש FEM אישור מההנדס ומאכנים את כל D-מנהל הבניה": קיבלתי את הפרויקט החדש. אנו מתאימים אתلوحות הזמנים של התקינה ב-4".
 - ".הקבלנים המשניים הרלוונטיים לניהול עתידי של CAFM על החלון החדש למערכת D אני אכנס את נתוני ה-6": מהנדס המתקנים המתקן ותוכנו תחזקה".
 - ".מנהל הלוגיסטיקה": אני זוקק למידות ולמשקל של החלון החדש כדי לארגן את המשלוח שלו לאתר-ERP-במערכת ה-D אני זוקק לטבלאות כמותיות ולסוג המדויק של החלון כדי לעדכן את התקציב ב-5": ERP אנלייט".
 - ".שלנו, כדי לשקר את עלות החלון החדש בסך התקציב של הפרויקט מהנדס בקרה איות": ברגע שהמפרטים של החלונות יהיו מוכנים, אני אודא שהם עומדים בסטנדרטים שלנו לאיכות ווחדרים".
 - ". מהנדס הבטיחות": אני אעריך את היבטי הבטיחות של החלון החדש, תוך מתן תשומת לב מיוחדת לעמידה בדרישות ".ובתוכנית הפינוי לפי שיטת 8".
 - ". כדי לשקר את D אני נעדכן את ציר הזמן שלנו ב-4-ERP-מנהל הבקרה": בהתבסס על כמות העבודה המדעית מה התקנת החלון החדש, ונשמר את הנתונים החדשניים החדשניים של הפרויקט".
 - ".עובד (מתקין)": אני זוקק להוראות התקנה, הרכבה ולחוחות זמינים לביצוע העבודה. בנוסף, האם הוכנסו כללים "?מיוחדים לבטיחות שעילי לעקוב אחריהם".
 - ".מנהל הנדל"ן": לאחר התקנה אני עדכן את המידע על האחוריות והתחזקה לניהול ארוך טווח".
 - ".מנהל הנכסים": מהנדס הציוד, בבקשתו שלח את הנתונים הסופיים למעקב נכסים ולניהול מחזור חיים".
 - ".הלוקה": חכו, אולי אני ממהר, והחלון לא יהיה נחוץ. אולי כדאי לעשות מרפסת".
- בתרחישים כאלה, המתרחשים לעיתים קרובות, אפילו שינוי קטן יוצר תגובה שרשות בין מספר מערכות ותפקידים (4.41 איר) בשלב זה, כמעט כל התקשורת מתבצעת בצורה טקסטואלית: מכתבים, צ'אטים, פרוטוקולים של פגישות. במערכת כזו של תקשורת טקסטואלית עבר פרויקט בניה, מערכת אישור משפטי ורישום של כל הפעולות בהחלפת נתונים וכל החלטות שהתקבלו היא מאוד חשובה. זה הכרחי כדי להבטיח את הכוח המשפטי ואת האפשרות לעקוב אחרי כל החלטה, הוראה או שינוי, מה שמחזית את הסיכון להיווצרות "אי הבנות" בעתיד.

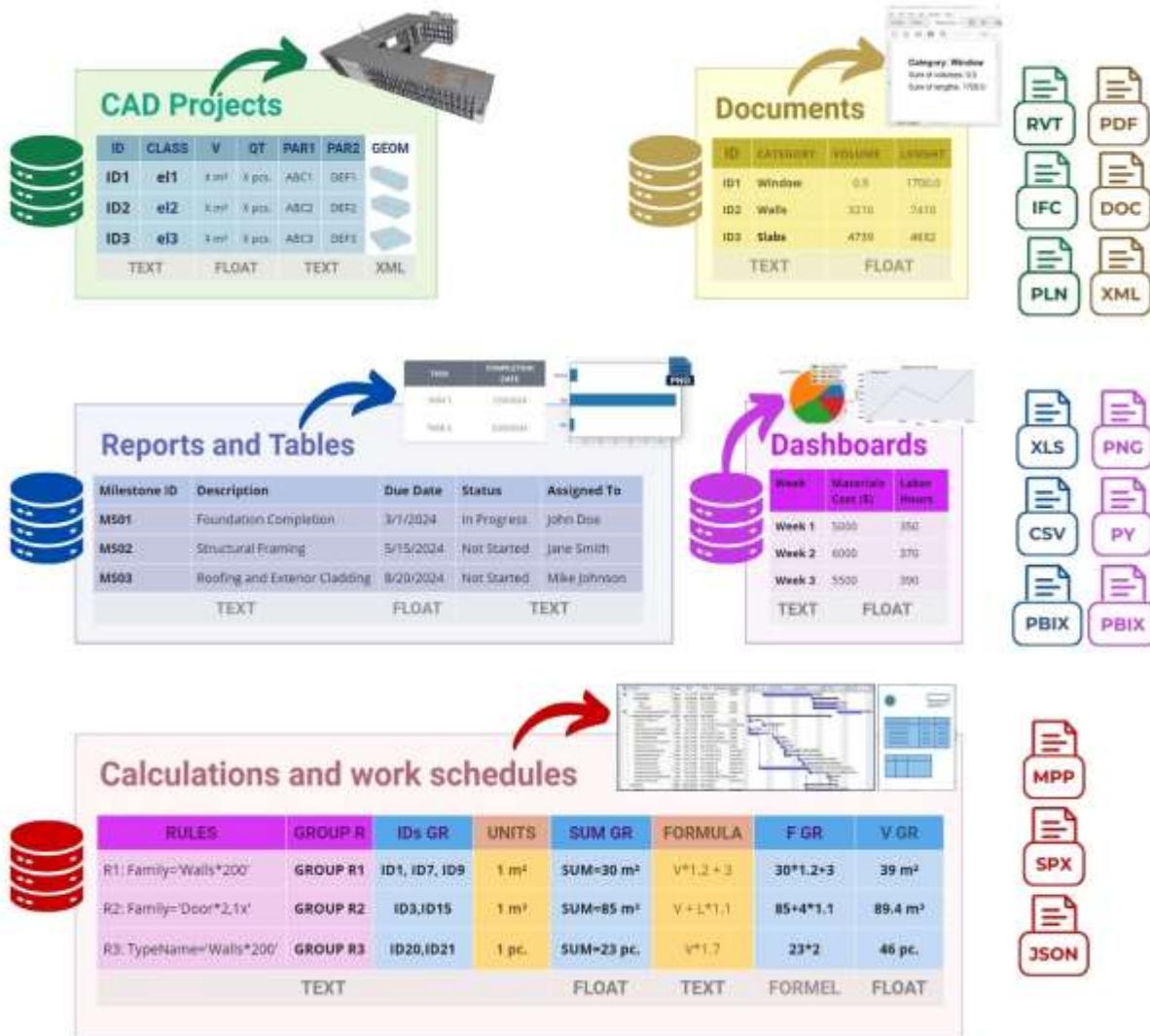


התקשרות בין הלקוח למבצע בשלב ההתחלתי של הפרויקט מכילה לעיתים קרובות נתונים טקסטואליים בפורמטים אירור שונים.

חוסר שליטה משפטית ואישור החלטות המתאימות לפROYיקט הבנייה יכול להוביל לביעות חמורות עבור כל המשתתפים בו. כל החלטה, הוראה או שינוי, שהתקבלו ללא תיעוד ואיישור נאות עשויים להוביל למחלוקת (ולתביעות משפטיות).

הבטחה של תיעוד משפטי לכל החלטות בתקשורת טקסטואלית יכולה להתבצע רק באמצעות כמות גדולה של מסמכים החתוםים, אשר יוטלו על הנהלה, המחויבת לתעד את כל העבודות. בסופו של דבר, אם כל משתתף מהויב לחתום על מסמכים עبور כל פעולה, המערה מאבדת את הגמישות שלה והופכת לבלב בירוקרטי. חוסר אישור של עבודות לא רק מעכב את יישום הפרויקט, אלא גם עלול להוביל להפסדים כספיים, כמו גם להחמרה היחסים בין המשתתפים, עד לביעות משפטיות.

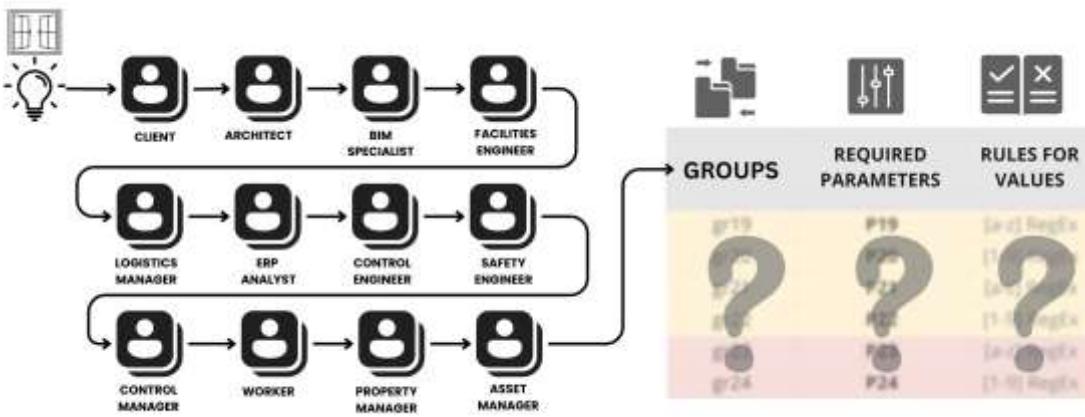
תהליך כזה של הסכמה ואיישור עבודות, שמתחיל בדרך כלל בדוחנים טקסטואליים, בשלב הבא עבר בהדרגה לפורמט מה שמסביר משמעותית את התקשרות, שהתרחשה רק דרך טקסט (4.42 אירור) של החלפת מסמכים בפורמטים שונים ללא דרישות מוגדרות בbijורו, אוטומציה של תהליכי כאלה, המלאים בתווונים בפורמטים שונים ובכמות גדולה של דרישות טקסטואליות, הופכת כמעט בלתי אפשרית.



כל מערכת בנוֹף של חברת הבניה משמשת כמקור למסמכים משפטיים ממשמעותיים בפורמטים שונים **4.42** איור.

תקשורת טקסטואלית דורשת מכל מומחה או הכרה עם כל ההתכובות, או השתתפות קבועה בכל הפגישות, כדי להבין את הסטטוס הנוכחי של הפרויקט.

כדי להתגבר על מגבלה זו, יש צורך לעבור מתקשורות טקסטואלית למודל דרישות מבנה. זה אפשרי רק באמצעות ניתוח בדיקות. (**4.43** איור) שיטתי, ויזואליות של התהיליך ותיאור האינטראקטיות בצורה של דיאגרמות זרימה ומודלים נתונים עברנו מרמת הקשר-רעיוון לרמה קונספטוואלית, והוספנו את המרכיבות והכלים שבהם, (**4.37** איור) כמו במודול נתונים -
משתמשים המשתתפים, כמו גם את הקשרים ביניהם



כדי ללמדנהל ולAUTOMATE את תהליכי האיות, יש צורק ליזואליזציה של התהליכים ולמבנה את הדרישות 4.43 איור

הצעד הראשון במערכת הדרישות והקשרים הוא ויזואליזציה של כל הקשרים והיחסים באמצעות דיאגרמות קונספטוואליות. הרמה הקונספטוואלית לא רק שתקל על כל המשתתפים בתהליך להבין את כל שרשרת הטכנולוגיה, אלא גם תציג בצורה ברורה מידע ולמי נדרש הנתונים (בכל שלב בתהליך

דיאגרמות תהליכי ויעילות של תכניות קונספטוואליות

כדי לגשר על הפער בין הגישות המסורתית לחידשיות בניהול נתונים, חברות צרכות לעבור באופן מודע מתיאורים טקסטואליים מפורקים לייצוג מסודר של תהליכי. האבולוציה של התהליכים - מלוחות חרס ועד מערכות אקוולוגיות דיגיטליות - דורשת כלים חדשים לחישיבה. ואחד מהכלים הללו הוא המודל הקונספטוואלי באמצעות דיאגרמות. יצרת דיאגרמות ויזואליות - דיאגרמות תהליכי, דיאגרמות אינטראקטיביות - מאפשרת למשתתפי הפרויקט להבין כיצד הפעולות וההחלטות שלהם משפיעות על כל מערכת קבלת החלטות

אם התהליכים דורשים רק אחסון נתונים, אלא גם ניתוח או אוטומציה שלהם, אז יש להתחיל לעסוק בנושא יצרת הרמה הקונספטוואלית-ויזואלית של הדרישות.

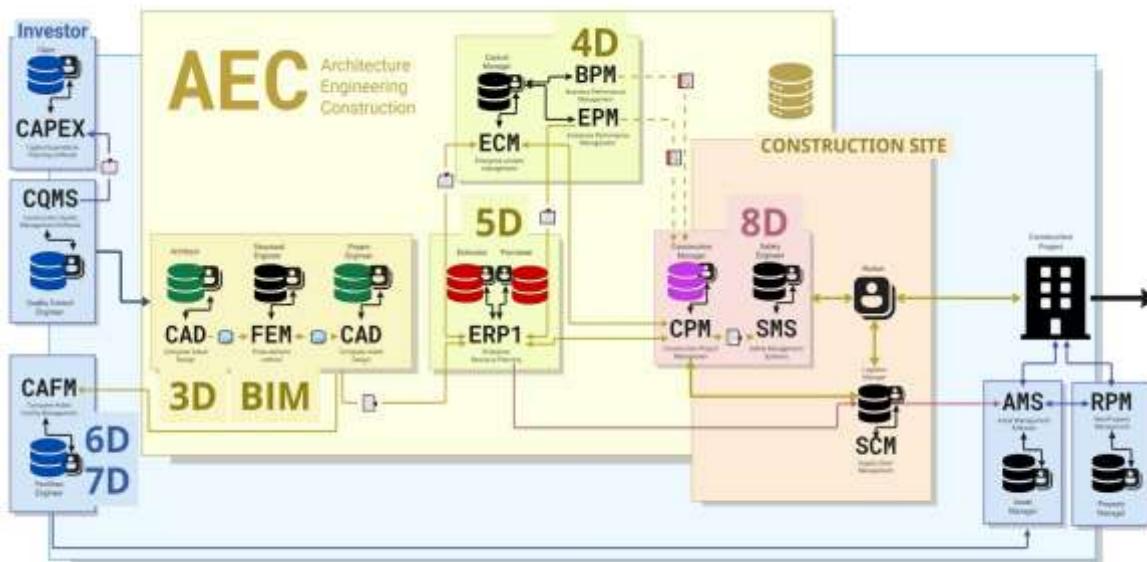
בדוגמה שלנו (איור 4.41) כל מומחה יכול להיות חלק לא רק מקבוצה קטנה, אלא גם מחלוקת גדולה יותר, הכוללת עד עשרה מומחים תחת ניהולו של מנהל ראשי. כל מחלוקת משתמשת בסיס נתונים ייחודי של היישום (כגון MEP, CDE, ECM, CPM), רישום הסטוס ומשפטים של החלטות וניהול התהליכים.

לפני 4000 שנה, כאשר לצורך אישור משפטי של *Ancient* העסקאות דומה לעבודה של מנהלים החלהotas השתמשו בלוחות חרס ובפפירוסים. ההבדל בין המערכות המודרניות לבין קודמותיהן החרסיות והנייריות הוא שהשיטות המודרניות כוללות בנוסף את תהליכי המידע הטקסטואלי לצורה דיגיטלית לצורך עיבוד אוטומטי במערכות ובכליים אחרים.

יצירת ויזואлизציה של התהליך בצורה של דיאגרמות קונספטוואליות תסייע לתאר כל שלב אינטראקטיבי בין תפקידים שונים, מה שהופך את תהליכי העבודה המורכב להבנה פשוט.

ויזואלייזציה של תהליכי מספקת שקיפות ונגישות ללוגיקה של התהליך לכל חברי הצוות.

אותו תהליך תקשורת של הוספה חלון לפרוייקט, שתואר בטקסט, בהודעות (איור 4.41) (ובדיאגרמה, דומה למודל הקונספטוואלי שנדון בפרק על מודל הנתונים) (איור 4.44).



איור 4.44 בדיאגרמה הקונספטוואלית, משתפי הפרויקט מוצגים כמשתמשי בסיס הנתונים, כאשר הבקשות שלהם מקשרות בין מערכות שונות.

a, אף על פי שהסכמות הקונספטוואליות מהוות צעד חשוב, רבות מהחברות משתמשות רק ברמה זו זה יוצר אשליה של ניהול: למנהלים קל יותר לתפוס את התמונה הכלולית, לראות את הקשרים בין המשתתפים ושלבי התהליך. עם זאת, סכומות כאלה אינן מספקות תמונה ברורה לגבי אילו נתונים נדרשים לכל משתתף, באיזה פורמט הם צריכים להיות מועברים ואילו פרמטרים ואטריבוטים הם הכרחיים ליישום האוטומציה. הסכמה הקונספטוואלית דומה יותר למפת מסלול: היא מציינה על כך מי מתקשר עם מי, אך אינה חושפת מה לבדוק מועבר באותו אינטראקטו.

גם אם התהליך מתואר בפיירוט ברמה הקונספטוואלית באמצעות סכומות, זה לא מבטיח את הייעילות שלו. הוויזואלייזציה לעיתים מפשטת את העבודה של המנהלים, ומאפשרת להם לעקוב אחריו התהליך בצורה נוחה יותר באמצעות מערכת דיווח שלב אחר שלב. עם זאת, עברו מהנדסים המנהלים את בסיסי הנתונים הייצוג הקונספטוואלי עשוי להישאר לא ברור מספיק ולא לספק הבנה ברורה כיצד לישם את התהליך ברמות הפרמטרים והדרישות.

כל שיטות קדמים למערכות נתונים מורכבות יותר, ההטמעה הראשונית של כלים קונספטוואליים וויזואליים הופכת להיות קריטית כדי שהתהליכי לעיבוד נתונים יהיו לא רק ייעילים, אלא גם יתאימו למטרות האסטרטגיות של הארגון. כדי

להעביר את התהיליך הזה של הוספת חלון לרמת הדרישות לנתחנים, עליו לרדת לרמה עמוקה יותר ולהעביר את הוויזואלית הקונספטואלית של התהיליך לרמה הלוגית והфизית של הנתחנים, האטריבוטים הנדרשים והערכים הגובליים - **שליחם**.

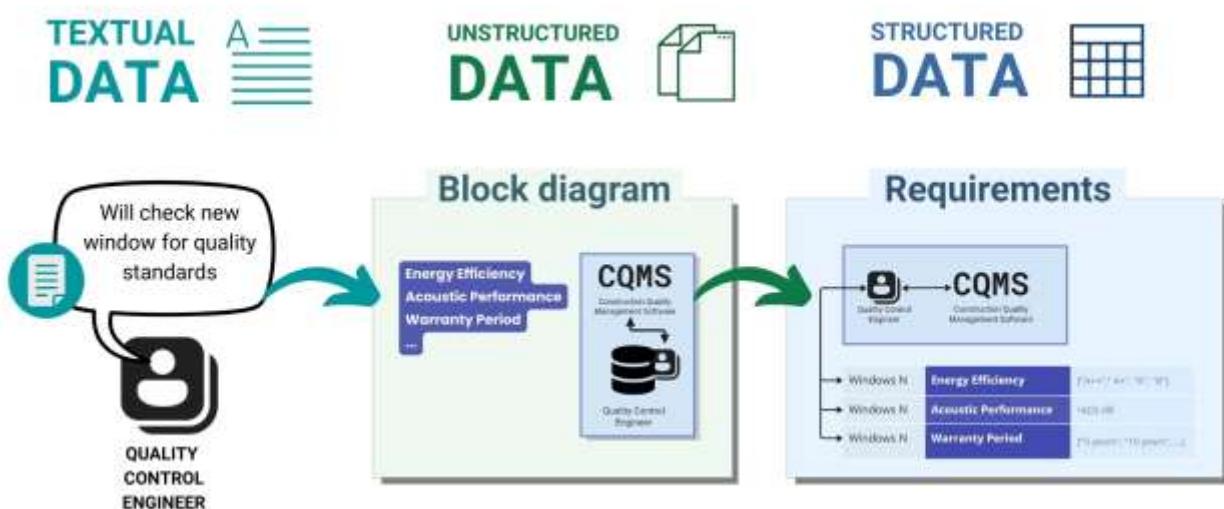
דרישות מובנות וביטויים רגולריים RegEx

עד 80% מהנתונים הנוצרים בחברות מוצגים בפורמטים לא מובנים או חצי מובנים — טקסט, מסמכים, מכתבים, קבצי PDF. נתונים כאלה קשים לניטוח, לבדוק, להעביר בין מערכות ולהשתמש בהם באופןציה.

כדי להבטיח ניהול, שקיופות ואימונות אוטומטי, יש צורך להמיר את הדרישות הטקסטואליות והחצי מובנות לפורמטים מובנים ומוגדרים בבירור. תהיליך ההסדרה נוגע לא רק לנתחנים (כפי שדנו בהז בפירות בפרקם הראשונים של חלק זה של הספר), אלא גם לדרישות עצמן, אשר משתמשי הפרויקטם בדרך כלל מנחים בצורה חופשית של טקסט במהלך כל מהזור חי הפרויקט, לעיתים מבלי לחשוב על כך שהתהליכים הללו ניתנים לאוטומט.

בדיקות כפי שכבר המנו את הנתונים מצורמת טקסט לא מובנת לפורמט מובנה, במהלך העבודה על הדרישות נמיר את הדרישות הטקסטואליות לפורמט מובנה של "רמה לוגית ופיזית".

במסגרת הדוגמה של הוספת חלון, השלב הבא יהיה לתאר את הדרישות לנתחנים בצורה טבלאית. גבנה את המידע עבור כל מערכת, בה משתמשים משתמשי הפרויקט, ונציג את האטריבוטים המרכזיים ואת הערכים הגובליים שלהם. איתה משמש מהנדס בקרת איכות (CQMS) נבחן, לדוגמה, אחת מהמערכות הללו — מערכת ניהול הבניה מטעם המזמין. בעזרתו הוא בודק אם האלמנט החדש של הפרויקט — במקרה זה "חלון חדש" — עומד בסטנדרטים ובדרישות שנקבעו.



איור 4.45 המרת דרישות טקסט לפורמט טבלה עם תיאור של תוכנות ישויות מסקלה על ההבנה עבור אנשי מקצוע אחרים.

(איור 4.46: (יעילות CQMS כדוגמה, נבחן כמה דרישות חשובות לתוכנות של "ישויות מסווג" מערכות חלון" במערכת ארגנטית, תוכנות אקוסטיות ותקופת אחריות. כל קטgorיה כוללת תקנים ופרטים מסוימים שיש לקחת בחשבון בעת תכנון והתקנה של מערכות חלון



איור 4.46 מהנדס בקורת איכות צריך לבדוק את הרכיבים החדשניים מסוג "חולון" לעומת יעילות ארגנטית, בידוד ורעש ושירות אחריות.

הדרישות לנוטרים שהמהנדס לבקרה איזוקות קובע בפורמט טבלה כוללות, למשל, את הערכיים הקיצוניים הבאים:
הנחשבת, "B"-המייצגת את היעילות הגבוהה ביותר, ל, "A++" דרגת היעילות האנרגטי של החלונות נעה בין
["A++", "A+", "A", "A", "B"].
בידוד רعش של חלונות, הנמדד בדציבלים ומראה את יכולתם להפחית רעש חיצוני, מוגדר על ידי ביטוי רגולרי

תגובה "תקופת אחריות" עבור ישות "סוג חלון" מתחילה מהמשך שנים, קובעת תקופה זו כמינימום המותר בהירות המוצר; כמו כן, מצוינים ערכי תקופת האחריות, לדוגמה [5 שנים, 10 שנים וצדומה] או תנאי לוגי > 5 שנים).

חולון" עם דרגות נמוכות "class-b" בהתאם לדרישות שנאפסו, במסגרת התוכנות שנקבעו, רכיבים חדשים בקטגוריה או בלא יעברו את הבדיקה לעילות אנרגטית. בידוד רוש של חלונות נתונים או במסמכים המגיעים, "D" או "C" כמו "B"-ם או "B" לדוגמה 35, 40 למהנדס בקרה איות ציריך להיות מסומן במספר דו-ספרתי, שאחריו מופיע הסימול "d" RegEx-כיוון שלא יעברו את תבנית (ה) או "100 דציבלים", לא יתקבלו "B" והערכיהם מחוץ לפורמט זה, כמו 9 d, B-d תקופת האחריות צריכה להתחיל לפחות 5 שנים, וחלונות עם תקופת אחריות קצרה יותר, כמו 3 שנים או 4 שנים, לא יעדנו בדרישות מהנדס לבקש איות תיאר בפורמט טבלה.

כדי לבדוק ערכאים כאלה של תוכנות-פרמטרים לעמידה בערכאים הקיצוניים מהדרישות במהלך תהליכי האימוט, אנו בפועלות לוגיות (כגון ("`<`", "`>`", "`<=`", "`>=`", "`==`")) במילונים ("A", "B", "C") משתמשים או בראשית ערכאים מותרים בעבור ערכאים מספריים (ובביטויים רגולריים) מחרוזתיים וקסטואליים כמו בתוכונה "ביצועים אקסטיים". בביטויים רגולריים הם כל'י חשוב מאוד בעבודה עם ערכאים מחרוזתיים.

להיפוש וشنוי, **Re** (ספרית) משמשים בשפות תכנות, כולל פיקוון (RegEx) ביטויים רגולריים. הוא כמו בולש המחרוזות, המסוגל לבדוק לזרות הבניות טקסט בטקסט **Regex**. מהירותם

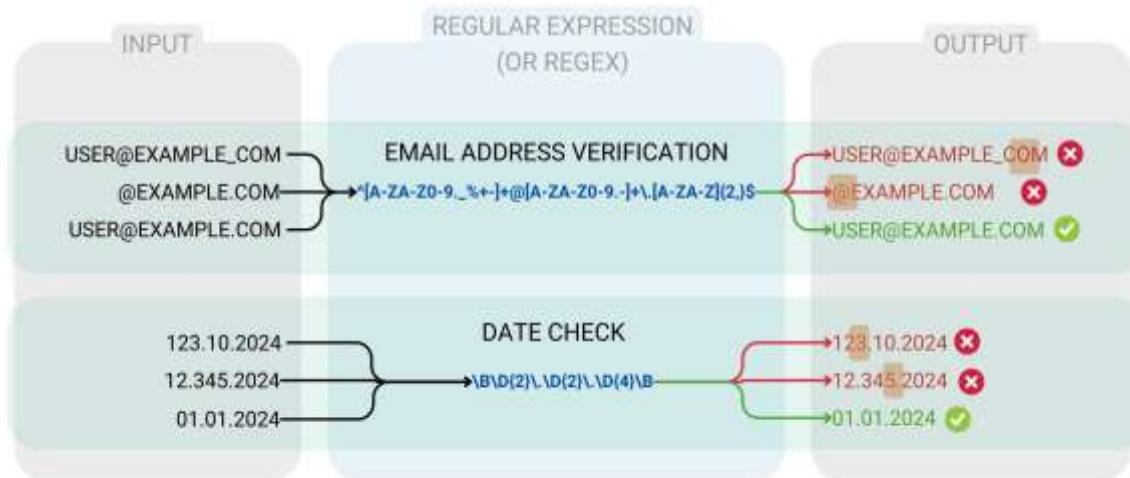
בביטויים רגולריים, אותן מוגדרות ישרות באמצעות הסימנים המתאימים של האלפבית, בעוד שמספרים יכולים שמותאים לכל ספרה בין 0 ל-9. סוגרים מרובעים משמשים לציוון טווח של d, להיות מיזגים באמצעות הסימן המি�וחד עבור סימנים שאינם d. עברור כל אות קטנה של האלפבית הלטני או [0-9], [a-z], [=a-z] או ספרות, לדוגמה בהתאמה W-זב D-מספריים ואינם אותים, משתמשים ב-

4.47: איור) דוגמאות פופולריות לשימוש בביטויים רגולריים

"**א**" בדיקת כתובות דוא"ל: כדי לבדוק אם מיתר הוא כתובות דוא"ל חוקית, ניתן להשתמש בתבנית `9.%+-]+@[a-zA-Z0-9.]+\.[a-zA-Z]{2,}$`.

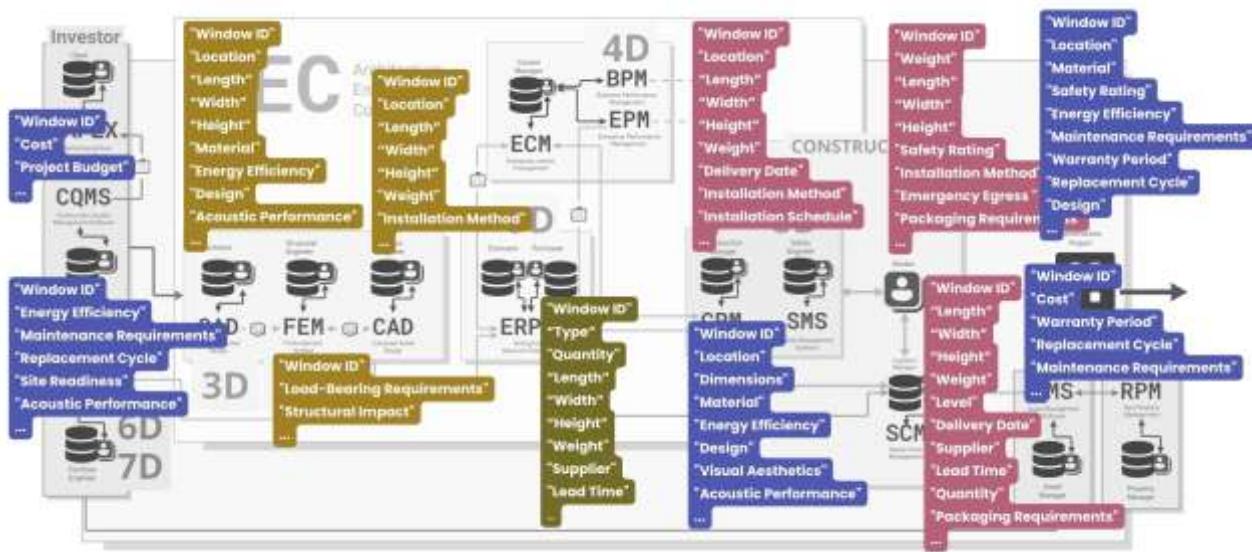
בבדיקה מספרי טלפון: כדי לבדוק מספרי טלפון בפורמט +49(000)000-0000, התבנית תיראה כך:

הפכו אותן (4.46 איר) על ידי תרגום הדרישות של המנדס לביקורת אינטלקטואלית לפורמט של תוכנות וערכי גבול מהפורמט הטקסטואלי המקורי (שיחות, מכתבים ומסמכים רגולטוריים (לטבלה מאורגנת ומסודרת, ובכך אפשרנו בדיקה אוטומטית וניתוחה של כל הנתונים המתאפשרים (למשל, רכיבים חדשים בקטגוריה "חלון").⁴ קיום הדרישות -אפשר לسان אוטומטי נתונים שלא עברו בדיקה, וננתנים שגבורקו מועברים אוטומטית למערכות לעיבוד נוספים.



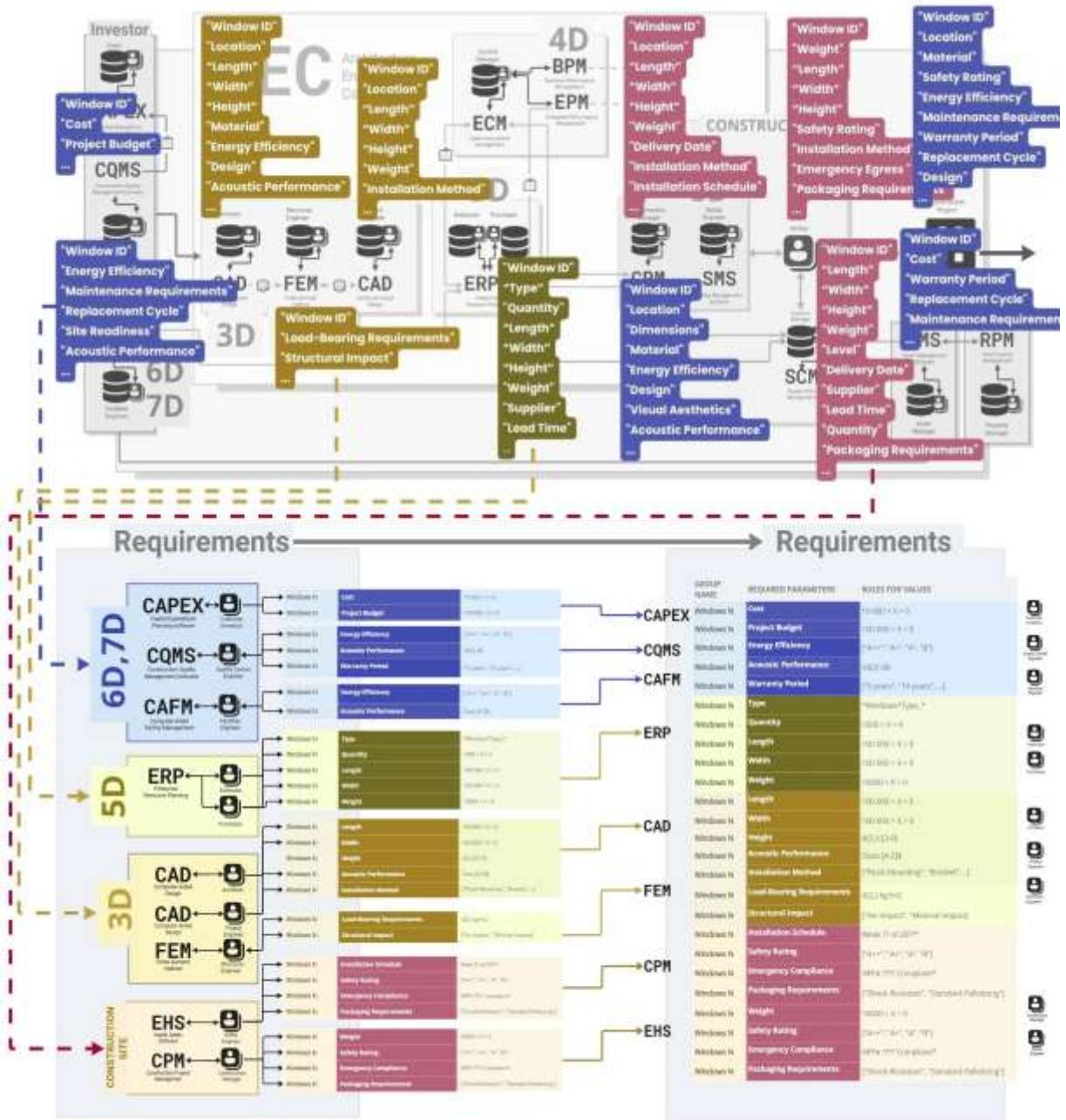
4.47 **אירור** **השימוש בביטויים רגולריים** הוא כלי חשוב מוארך בתחום הנקודות הטקסטואליים.

עכשו, כאשרנו עוברים מהקונספטואלי לרמה הלוגית של העבודה עם הדרישות, נתרגם את כל הדרישות של כל לרשימה מסודרת בפורמט של תוכנות ונוסיף את הרשימות הללו (4.44 איור) המומחחים בתהיליך התקנת החלון החדש --(4.48 איור) עם התכוונות הנדרשת לדיאגרמת הזורמה שלנו עבור כל מומחה



ברמה הלוגית של התהיליך, התכונות שמתוופלות על ידי כל מומחה מתוופלות למערכות המתאימות 4.48 איור.

לאחר שהוספנו את כל התכונות לטבלה כללית אחת של התהיליך, הפכנו את המידע שהוצע קודם לכן בצורה של טקסט 4.49 איור) לצורת טבלאות מאורגנת ומסודרת ברמה הפיזית (4.41 איור) ודילוג ברמה הקונספטוואלית



הمرة דיאלוג לא מובנה של המומחים לtablאות מסודרות מסיימת להבין את הדרישות ברמה הפיזית **4.49** אויר.

עכשו יש להעביר את הדרישות לנתחנים למומחים שמייצרים מידע עבור מערכות ספציפיות. לדוגמה, אם אתה עובד לפניו שתתחליל לדגמ רכיבים, יש לאוסף את כל הפרמטרים הנדרשים, בהתקבש על תרחישי השימוש בbasis נתונים הסופיים של הנתונים הללו. בדרך כלל זה מתחילה בשלב הפעלה, לאחר מכן מגיע לאתר הבנייה, מחלוקת הלוגיסטיקה מחלקת האומדן, מחלוקת החישובים המבנאים וכן הלאה. רק לאחר שתכח בחשבו את הדרישות של כל אחד מהקשרים הללו, תוכל להתחיל לייצור את הנתונים - בהתאם על הפרמטרים שנאפסו. זה אפשרי בהמשך לאוטומט את הבדיקה והעברת הנתונים בשרשראת.

כאשר הנתונים החדשים תואמים לדרישות שנקבעו, הם משתלבים אוטומטית במערכת הנתונים של החברה, ומופנים

ישירות למשתמשים ולמערכות שאליהם הם מיועדים. אימות הנתונים לגבי קיומם ותאימות של תוכנות וערכיהן מבטיחה שהמידע עומד בסטנדרטים הנדרשים של איכות ומוכן לשימוש בתרחישים של החברה.

דרישות הנתונים הוגדרו, ועכשו, לפני שמתהילים באימות, יש ליצור, לקבל או לאסוף את הנתונים שצרכים להיות מואתמים, או לתעד את המצב הנוכחי של המידע בסיסי הנתונים, כדי להשתמש בו בתהליך האימוט.

איסוף נתונים לתהליכי האימוט

לפני שמתהילים באימוט, חשוב לוודא שהנתונים זמינים בצורה המתאימה לתהליכי האימוט. זה לא אומר רק שהמידע קיים, אלא שהוא מוכן: יש לאסוף ולהמיר את הנתונים מצורות לא מבנות, חישות מבנות, טקסטואליות וגיומטריות לצורה מבנית. תהליכי זה מתואר בפירוט בפרק הקודמים, שבהם נדנו שיטות המרה של סוגים שונים. כחוצהה - מכל ההמרות, הנתונים הנכנים מקבלים צורת טבלאות מבנות פתוחות

- עם הדרישות ועם הטבלאות המבוניות עם הפרמטרים והעלים הקצה הנדרשים, אנו יכולים להתחיל באימוט הנתונים. והן בפורמט של אימוטים שלב-שלב של כל מסמך נכנס (Pipeline) הן כהילך אוטומטי אחד

כדי להתחיל את האימוט, יש לקבל קובץ חדש או לתעד את המצב הנוכחי של הנתונים - ליצור צילום או לבצע ייצוא של המידע הנוכחי והנכנס, או להציג חיבור לבסיס נתונים חיצוני או פנימי. בדוגמה הנדונה, צילום זה נוצר על ידי המרה לפורמט מבנה, שנשמר, נניח, בשעה 23:00:00 ביום שישי, 29 במרץ 2024, לאחר שכל CAD אוטומטית של נתוני המהנדסים עזבו הביתה.



המראה את המידע הנוכחי על תוכנות עברו ישות חדשה מסוג "חלון" בגרסתו הנוכחית של CAD (BIM). צילום של בסיס הנתונים מודול הפרויקט.

CAD לזרה מבנית, "מידע זה מכילים ומעורכי (BIM) בזכותם כלים של הנדסה לאחר, שנדרנו בפרק "המרת נתונים" השונים יכול להיות מאורגן בטבלאות נפרדות או מאוחד בטבלה אחת כללית, המאחדת את חלקיו הפרויקט השונים (BIM).

(TypeName), שמות טיפוסים, (ID) מזהה) בטבלה צו - בסיס הנתונים מוצגים מזהים יהודים של הלונות ודלתות. כמו גם מדדים של יעילות אנרגטית וakuostic, ותכונות נספפות, (Material), (Width, Length), (Height) מידות. נאספה על ידי המהנדס מהנדס מחלוקת ומסמכים שונים, ומבנה את המודול CAD (BIM) טבלה צו, המלא בתוכנית

המידע של הפרויקט.



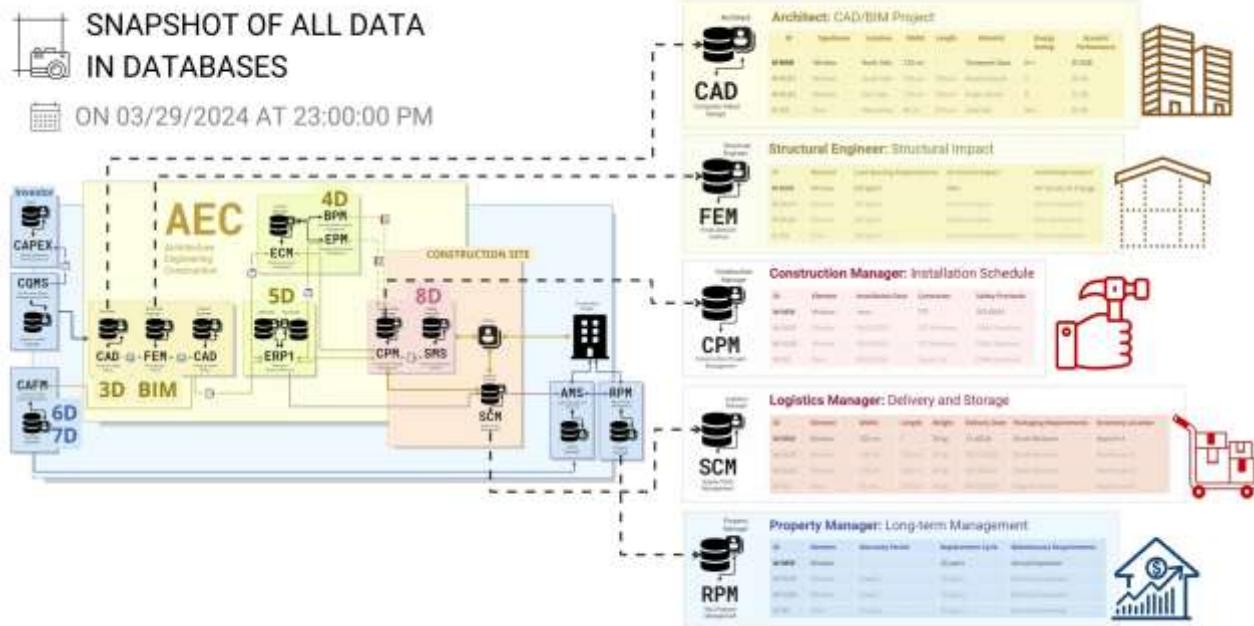
אפשרים להציג טבלה דו-ממדית עם עמודות המייצגות את תוכנות האלמנטים CAD נתונם מובנים מערכות.

מסוגים CAD כוללים عشرות או מאות אלפי רכיבים. רכיבים בתחום פורטטי (BIM) CAD פרויקטים אמיתיים של אוטומטיה לפי סוגים וקטגוריות - מחלונות ודלתות ועד לרצפות, תקרות וקירות. מזהים ייחודיים (כגון מזהה מקורי או תוכנות מסווג) שם סוג, סוג, משפחה (מאפשרים לעקוב אחר אותו אובייקט) CAD המוקצת אוטומטית על ידי פתרון "W-NEW" במערכות שונות. כך, חלון חדש בקיר הצפוני של הבניין יכול להיות מסומן באופן חד משמעי באמצעות מזהה

- בכל המערכות הרלוונטיות של הארגון

למרות ששמות ומזהים של ישויות צריכים להיות אחידים בכל המערכות, קבוצת התוכנות והערכיהם הקשורים לשינויים אלו עשויים לשינויים בהתאם לאופן שימושם בהתקנים בהתאם לשימושם. אדריכלים, מהנדסי בניין, מומחים לבנייה, לוגיסטיקה ותפעול נכסים תופסים את אותם רכיבים בצורה שונה. כל אחד מהם מtabסס על מסווגים, תקנים ומטרות מסווגים: מישחו רואה את החלון רק מנקודת מבט אסתטית, מעיריך את צורתו ופרופורציותו, בעוד שמיישחו אחר רואה אותו מנקודת מבט הנדסית או תפעולית, מנתה את מוליכות החום, שיטת התקנה, משקל או דרישות לתחזקה. לכן, בעת מודוליזציה של נתונים ותיאור רכיבים, חשוב לקחת בחשבון את הרב-גוניות של השימוש בהם ולהבטיח עקבות נתונים תוך כדי התחשבות בהיבטים תעשייתיים.

עבור כל תפקיד בתהליכי החברה קיימות מסדי נתונים מיוחדים עם משקל משתמש ייחודי - מעיצוב וחישובים ועדי לוגיסטיקה, התקנה ותפעול של בניינים. כל מערכת כזו מנוהלת על ידי צוות מקצועי של מומחים דרך משקל משתמש מיוחד או דרך בקשות למסדי הנתונים, כאשר מאחורי סך כל החלטות המתתקבלות על סמך הערכים שהזנו בסוף הרשותה עומדת מנהל המערכת או ראש מחלקת, האחראי על הלגיטimitiyות ואיכות הנתונים שהזנו מול שותפיו, המשרתים מערכות אחרות.



- אומה ישות יש לה מזוהה זהה במערכות שונות, אך תוכנות שונות, החושבות רק במערכת זו

לאחר אישור מאורגן של דרישות ונתונים מובנים ברמה הלוגית והפיזית, נותר לנו להגדיר את תהליך בדיקת הנתונים האוטומטית, המתקבלים מממסכים שונים וממערכות שונות, על מנת לוודא שהם עומדים בדרישות שנאפסו קודם לכן.

איומות נתונים ותוצאות האימוט

כל נתון חדש המתקבל במערכת - בין אם מדובר במסמכים, טבלאות או רשומות במסדי נתונים מהלקוח, האדריכל המהנדס, המנהל, הלוגיסט או מנהל הנכסים - חייב לעבור בדיקה על מנת לוודא שהוא עומד בדרישות שהוגדרו קודם לכן. תהליך האימוט הוא קריטי: כל טעות בנתונים עלולה להוביל להישובים שגויים, עיבוביים בלוח הזמנים ואפילו להפסדים כספיים. כדי למנוע סיכונים כאלה, יש לאorgan הליק בדיקה שיטתי וחומר, איטרטיבי.

כדי לבדוק נתונים חדשים המתקבלים במערכת - לא מובנים, טקסטואליים או גיאומטריים - יש להמירם לפורמט חלש-МОבנה או מובנה. לאחר מכן, במהלך תהליך הבדיקה, יש לבדוק את הנתונים על מנת לוודא שהם עומדים ברשימה המלאה של התוכנות הנדרשות וערכיהן המותרים.

לצורה מובנית נבחנה (BIM) ונתונים מעורבים PDF המריה של סוגים נתונים שונים: טקסטים, תמונות, מסמכים. בפרט בפרק "המרת נתונים לצורה מובנית".

היא כוללת נתונים גיאומטריים חזי. 4.4.11 CAD (BIM) איר (3.114) מוגדרת כדוגמה ניתנת להביא את הטבלה שהתקבלה מפרויקט לדוגמה, רכיב מקטגורית "חלונות".

עם ערכי גבול יהודים שהוגדרו על ידי מומחים (4.4.11 איר) נדרש ביצוע בדיקה, אנו משווים את ערכי האטריבוטים

תאפשר להבין אילו ערכים מקובלים ואילו (איור 4.413 הטבלה הסופית להשוואה. (איור 4.49) בצורה של דרישות CAD (BIM).- זוקקים לתקן, לפני שניתן יהיה להשתמש בתנונם מוחץ לישומי



הטבלה הסופית לבדיקה מדגישה את ערכי האטריבוטים עבור ישות חדשה מקטגורית "חלונות", שעלייהם יש לשימוש (איור 4.413) ל.ב.

כל הינו לנитוח: "Pandas" עליה דיברנו קודם בפרק, על מנת לישם פתרון כזה, תוק שימוש בספרייה (איור 4.411) נבדוק את התנונם מקובץ CAD (BIM) (RVT, IFC, DWG, NWS, DGN) נתונים, נבדוק את התנונם מקובץ הטבלה שהופק מקובץ (איור 4.49) תוק שימוש בדרישות מקובץ טבלה אחר,

הסט המלא של נתונים raw_data.xlsx מה יש לטען מהקובץ LLM כדי לקבל את הקוד, علينا להאר בפרומפט עבורו (איור 4.413) לבדוק אותו ולשמור את התוצאה בקובץ חדש,_checked_data.xlsx מסד הנתונים CAD (BIM)).-

❷ מבלי להזכיר את ספריית LLM קיבל קוד בעזרת Pandas:

ובדוק אותו לפי הכללים הבאים: ערכי raw_data.xlsx כתוב קוד לבדוק את הטבלה מקובץ
 נמצא ברשימה 'Energy Rating', 'Width' ו-'Length' גודלים מאפס 'A++', 'A+', 'A', 'B', 'B+'
 כמשמעותה שנציגו מאוחר יותר - עם הוספה עמודת בדיקה 'Acoustic Performance'
 ↵ חדש Excel סופית, ושמור את הטבלה הסופית בקובץ checked_data.xlsx

ן: שניתן לדיק ולהשלים בפרומפטים הבאים, Python תתרז דוגמה קצרה לקוד LLM התגובה של

```

1 import pandas as pd
2
3 # Load raw data from Excel file
4 df_data = pd.read_excel('raw_data.xlsx', sheet_name=0)
5
6 # Adding a 'Requirements Met' column that checks all conditions
7 df_data['Requirements Met'] = (
8     (df_data['Width'] > 0) &
9     (df_data['Length'] > 0) &
10    (df_data['Energy Rating'].isin(['A++', 'A+', 'A', 'B'])) &
11    (df_data['Acoustic Performance'] >= min_acoustic_performance)
12 )
13
14 # Save the results to a new Excel file
15 df_data.to_excel('checked_data.xlsx', index=False)

```

המומר על פי דרישות האטריבוטים בצוותה של ערכי גובל CAD (BIM) בזוק את פרויקט LLM הקוד שנוצר על ידי מודל 4.414 איור.

פופולרי או בכלים מקוון IDE ניתן לשימוש בכל LLM הקוד שנוצר על ידי מודל השפה PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA עם תוספי Python, JupyterLab כמו Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker.

וועוד רכיבים (מממד הנתונים W-OLD1, W-OLD2, D-122 "יראה כי" הישיות (4.414 איור) ביצוע הקוד CAD (BIM) 'A+++', 'A', 'B', 'C' (4.415).-

המייצג את הרכיב החדש מקטגורית "חלון" בצד הצפוני, אינו עומד בדרישות (אטሪובוט W-NEW הרכיב הנדרש והחדש ואין בו ('Width'>0.0" נחשב לבתי מקובל לפי הכלל שלנו) דרישות מולאו, ("מכיוון שאורך לאפס ציון של כיתה אנרגטית.


CHECKED_DATA.XLSX (CSV)
VERIFIED DATA

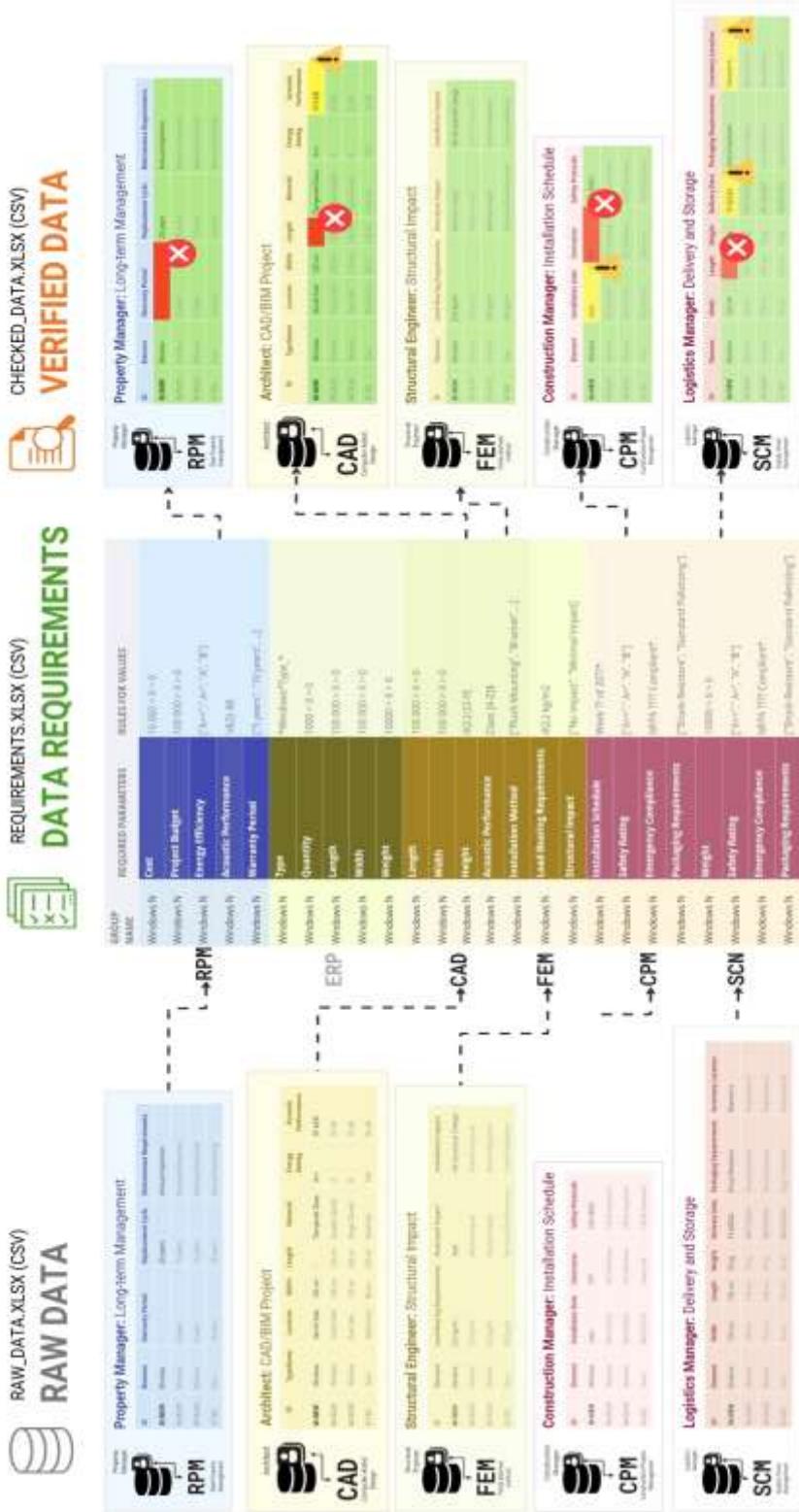
ID	TypeName	Location	Width	Length	Material	Energy Rating	Acoustic Performance	Requirements Met	
0	W-NEW	Window	North Side	120	0.0	Tempered Glass		35	False
1	W-OLD1	Window	South Side	100	140.0	Double Glazed	A++	30	True
2	W-OLD2	Window	East Side	110	160.0	Single Glazed	B	25	True
3	D-122	Door	Main Entry	90	210.0	Solid Oak	B	30	True

'הבדיקה מזוהה ישות שלא עברו את תהליכי האיות ומושיפה לתוצאות מאפיין חדש עם ערכיהם 'שקרי' או נesson 4.415 איור.

באופן דומה, אנו בודקים את העקביות של כל רכיבי הפרויקט (ישויות (ואת המאפיינים הנדרשים עבור כל אחת במהלך תהליכי הוספה (4.41 איור) מהמערכות, הטלאות או מסדי הנתונים בכל הנתונים שאנו מקבלים ממוחמים שונים חלון לפרויקט.

בשלב הסופית, נוח להציג את תוצאות הבדיקה בצבועים: מאפיינים שעברו בהצלחה את הבדיקה מסומנים בירוק, ערכים (4.416 איור) עם סטיות לא קרייטיות מסומנים בצהוב, ואילו אי התאמות קרייטיות מסומנות באדום.

אנו מקבלים רשימה של רכיבים מהימנים ומאותים עם מזהם שלהם, אשר נבדקו (4.416 איור) כתוצאה מהבדיקה על דרישות המאפיינים. רכיבים מאומתים מספקים ביחסן בכך שהרכיבים הללו עומדים בסטנדרטים ובפרטאים המוצחרים עבור כל המערכות בתהליכי הוספה רכיבי הקטגוריה "חלון" או כל קטgorיה אחרת (נרחיב על "ובדיות נתונים ETL בפרק "אוטומציה של ETL" אוטומציה של בדיקות נתונים ויצירת תהליכי אוטומטי).



תוצאת הבדיקה שנערכה עברו כל המערכת מאפשרת קבוע אילו נתונים אינם עומדים בדרישות החברה **4.416** או.

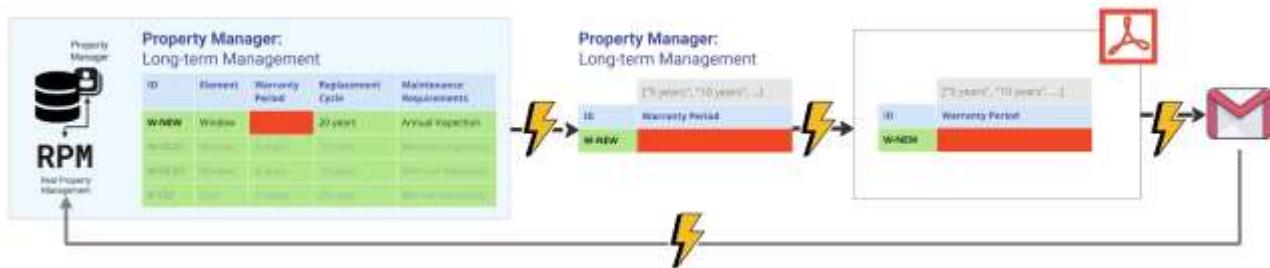
ישויות שעברו בהצלחה את הבדיקה בדרך כלל אין דרישות תשומת לב מוגברת. הן עוברות בקלות לשלב הבא של עיבוד

ואינטגרציה במערכות אחרות. ברגע לרכיבים "aicotim", רכיבים שלא עברו את הבדיקה מהווים את העניין המרכזי. המידע על סטיות כאלה הוא קריטי: יש להעיר אותו לא רק בזורה של דוחות טבלאים, אלא גם באמצעות אמצעי ויזואליות שונים. הצגת תוצאות הבדיקה בזורה גրפית מסייעת להעריך במדויק את מצב איקות הנתונים, לזהות אזהרים בעיתתיים ולנקוט צעדים מהירים לתיקון או בהברת פרמטרים.

ויזואליות של תוצאות האימות

ויזואליות היא כלי מרכזי בפרשנות תוצאות הבדיקה. מעבר לטבלאות סיכום מוכרות, היא יכולה לכלול לוחות מידע המושרים אוטומטית, שבהם רכיבי הפרויקט מקובצים לפי מצב הבדיקה. קידוד צבעים יכול תרשימים ומסמכים לשחק כאן תפקיד עוזר: יירוק יכול לסמן אובייקטים שנבדקו בהצלחה, צהוב יכול לסייע שדרושים תשומת לב נוספת, ואדום יכול לסמן את אלה שבهم זהה שגיאות קריטיות או חסרים נתונים חיוניים.

וניהול נכסים ועד (BIM)-אנו מנהחים שלב אחר שלב את הנתונים מכל מערכת: מ (4.41 איר) בדוגמה שלנו בעקבות הביקורת, עברו כל מומחה נזירים אוטומטית התראות או (4.416 איר) לוגיסטיקה ולוחות זמינים של התקינה אם הנתונים נכונים, המומחה מקבל הודעה קצרה: תודה על (4.417 איר) מסמכי דוח או אישיים, לדוגמה בפורמט שיטורי הפעולה. "במקרה של גילוי אי התאמות, נשלח דוח מפורט עם הניסוח": במסמך זה מפורטים רכיבים, מזהים מאפיינים וערכיהם שלא עברו את הבדיקה על פי דרישות --".



איות ויצירה אוטומטית של מסמכי דוח מייצים את תהליך החיפוש והבנת החסרונות בתנאים עבור המומחה 4.417 איר שמייצר את הנתונים.

בזכות תהליכי האימות האוטומטי - ברגע שמתגלגה שגיאה או חוסר נתונים, נשלחת מיד הודעה בזורה הדעת צ'אט לאדם האחראי על יצירה או עיבוד של יישויות רלוונטיות ואטריבוטים שלhn (איר 4.418), עם PDF דוא"ל או מסמך - רשימה של פריטים ותיורי אטריבוטים שלא עברו את האימות



איור 4.418 דוחות אוטומטיים על תוצאות האימות מקלים על הבנת השגיאות ומצביעים את העבודה על مليוי נתוני הפרויקט.

לדוגמה, אם למסלול ניהול הנדלן נכנס (מסמך שבו אטריבוט "תקופת אחריות" מולא בצורה שגויה, מנהל הנדלן מקבל התראה עם רשימת האטריבוטים שצורך לבדוק ולתקן.

באופן דומה, כל פגם בלוח הזמנים של ההתקנה או בנתוני הלוגיסטיקה מביא ליצירת דוח אוטומטי ולשליחת הודעה בacz'ט או דוא"ל עם תוצאות האימות למומחה הרלוונטי.

ולגרפים עם התוצאות, ניתן ליצור לוחות מחוונים (דשبورדים) (דוגמים אינטראקטיביים בתלת PDF בנוסח למסמכים מיידם) אייר 7.16, אייר 7.212 (עם הדגשה של פריטים עם אטריבוטים חסרים, מה שמאפשר למשתמשים להשתמש בצורה ויזואלית בגיומטריות תלת ממדיות של פריטים כדי לסנן ולהעריך את איכות ושלמות הנתונים של הפריטים --בפרויקט

הויזואלייזציה של תוצאות האימות בצורה של מסמכים, גרפים או לוחות מחוונים המוצרים אוטומטית מקלה מאוד על פרשנות הנתונים ותורמת לאינטראקטיבית יعلاה בין משתמשי הפרויקט.

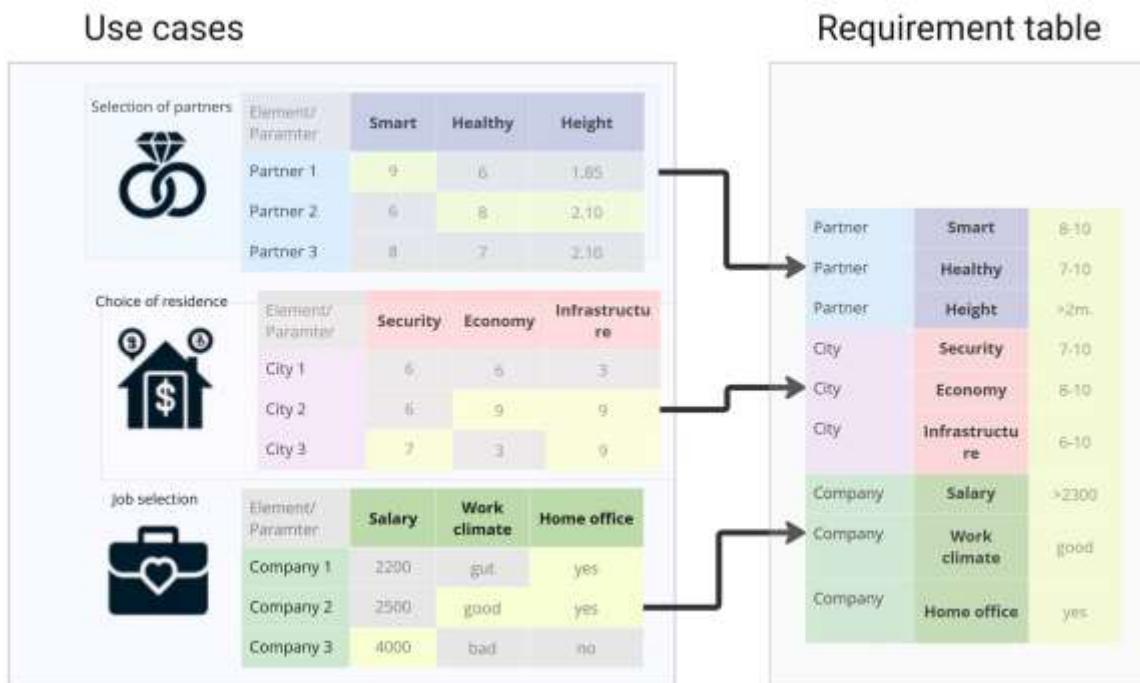
תהליכי האימות האוטומטי של נתונים מערכות ומקורות מידע שונים ניתנים להשוואה לקבלת החלטות מודעת ביוםום. בדוגמה לכך, חברות בתעשייה הבנייה לוחקות בחשבון מגוון משתנים - מה氨基ות של הנתונים המקוריים ועד השפעתם על לוחות הזמן, העליות ואיכות ביצוע הפרויקט - כך גם אדם, כאשר הוא מקבל החלטות חשובות, כמו בחירת מקום מגוריים, שוקל שורה של גורמים: נגישות תחבורה ציבורית, תשתיות, עלות, ביטחון, איכות חיים. כל השיקולים הללו יוצרים מערכת קרייטריונים שעל בסיסם מתקבלות החלטות הסופיות שמרכיבות את חיינו.

השוואת בדיקות אינטראקטיביות נזומות לצרכים חיים של בני אדם

למטרת הפתוחות המתמדת של שיטות וכליים לבקרה אינטראקטיבית הנזומות, העיקרונות הבסיסי - התאמת המידע לדרישות שנקבעו נשאר ללא שינוי. עיקרונו זה משולב בליתת מערכת ניהול שלה, בין אם בעסקים ובין אם בחיי היום יום -

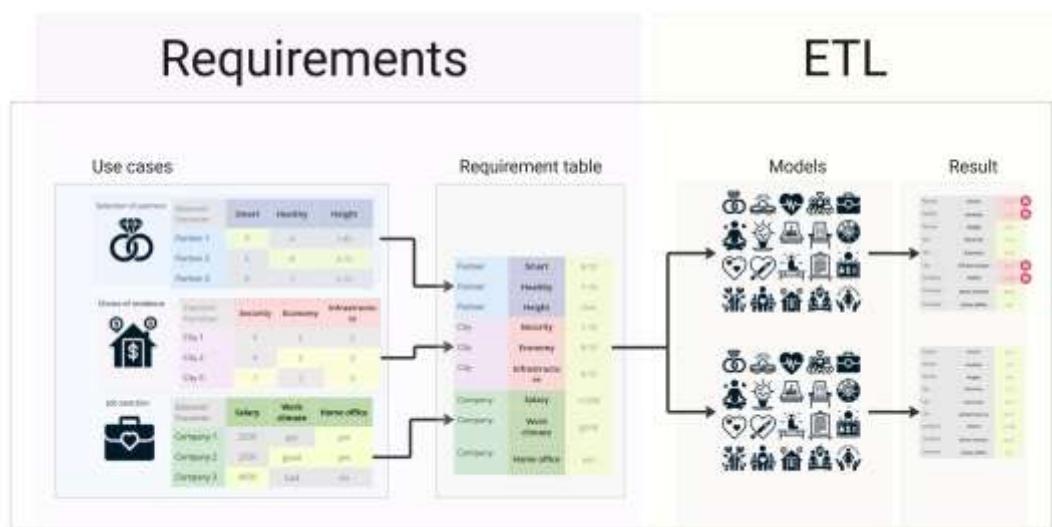
תהליך האינטראקטיבי של נזומות דומה במידה רבה לתהליך קבלת החלטות שבו נתקל כל אדם מדי יום. בשני המקרים אנו נשענים על ניסיון מצטבר, נתונים קיימים ומידע חדש שמתתקבל. יתרה מכך, יותר ויותר החלטות חיים ומקצועית - מהחלטות אסטרטגיות ועד החלטות יומיומיות - מתתקבלות על בסיס נתונים.

כך, לדוגמה, כאשר אנו בחורimos מקום מגורים או בן זוג לחיים, אנו באופן אינטראקטיבי יוצרים במחשבה שלנו טבלה מסוימת עם קriterיוונים ותכונות, על פייהן אנו משווים חלופות (איור 4.419). הכוונות אלו - בין אם מדובר בתוכנות אישיות של אדם או בפרמטרים של נכס נדל"ן - מהוות אטריבוטים המשפיעים על ההחלטה הסופית.



הבחירה של מקום מגורים, עבודה או שותפות מtabסת על דרישות אישיות לאטריבוטים 4.419 איור.

טורם לבחירה מבוססת יותר ומודעת יותר (איור 4.420) השימוש בתנאים מובנים ובגישה פורמלית לתיאור דרישות הן בפעולות מקצועית והן בחיים האישיים.



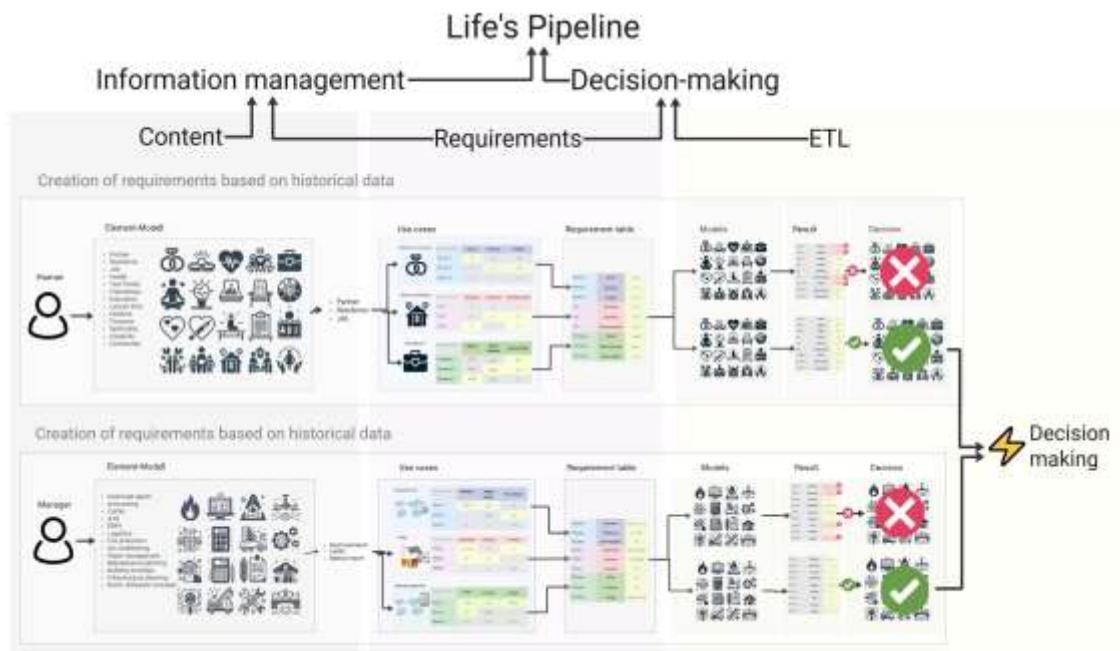
הפורמליזציה של הדרישות מאפשרת לסדר את התפיסה של החלטות חיים ועסקיות 4.420 אירור.

הגישה לקבלת החלטות מבוססת נתונים אינה כלי עסקי בלבד. היא משלבת באופן ארגаниיזטיבי היבטים היומיומיים, בעקבות שכבר דנו (4.421) ETL (Extract, Transform, Load), שלבים כלליים של עיבוד נתונים:

-בו בתחלת חלק זה בעט סידור הנתונים ונעסוק בו בפירוט בהקשר של אוטומציה של שימושות בחלק השבועי של הספר

- **בכל תחום - בין אם בעבודה או בחיי האישים - אנו אוספים מידע.** בערך זה: (Extract) נתונים מבוסיסים יכול להיות דוחות, מדדים, נתוני שוק; **בחים האישים - ניסוון אישי, עצות של קרובים, ביקורות, תצלפיות, אמינות, כריזמה וכו'.**
- **המידע שנאוסף מפורש על בסיס קритריונים שנקבעו מראש.** בעבודה: (Transform) קритריונים להערכת מגבלות תקציב וסטנדרטים; **בחים האישים - פרמטרים כמו מחיר, נוחות מיקום, (KPI) אלו מדדי ביצוע.**
- **בשלב הסופי מתקבלת החלטה, המבוססת על ניתוח הנתונים המומראות (Load) חייזי וניתוח סיכונים והשווות ההשלכות האפשריות.** זה דומה לתהליכיים עסקיים, שבהם הנתונים עוברים דרך מסנן של לוגיקה עסקית וסיכוםים.

ההחלטה שאנו מקבלים - מהעדפות פשוטות כמו מה לאכול לארוחת בוקר ועד אירועים חשובים בחיים כמו בחירת קריירה או בן זוג - הון במהותן תוצאה של עיבוד והערכת נתונים.



עסקים וחימם בכלל - זו סדרה של החלטות מבוססות נתונים, שבהן איות הנתונים המשמשים לקבלת החלטות היא **4.4.21** אוור גורם מפתח.

הכל בחיננו קשור זה לזו, כמו ארגניזמים חיים, כולל האדם, פעולים לפי חוקי הטבע, מתחזחים ומסתגלים לתנאים משתנים, כך גם התהליכים האנושיים, כולל שיטות איסוף וניתוח נתונים, משקפים את העקרונות הטבעיים הללו. הקשר ההדווק בין הטבע לפעולות האנושית מאפשר לא רק את התלות שלנו בטבע, אלא גם את הרצון שלנו לישם את החוקים שנחצבו במשך מיליוני שנים אבולוציה, ביצירת ארכיטקטורות נתונים, פיתוח תהליכיים ומערכות לקבלת החלטות.

שוב ושוב מהטבע כדי **inspired** או **sparked**新技术ologies חדשות, במיוחד בתחום הבנייה, הן דוגמה בולטת לכך שהאנושות מתאפשרות באמצעות הטוביים ביותר, יותר בני קיימה ויעילים.

צעדים נוספים: הפיכת נתונים לארגוני מדוייקים ותוכניות

בחלק זה נדנו כיצד להמיר נתונים לא מבנים לפורמט מובנה, לפתחמודלים של נתונים ולארגן תהליכי בדיקת איות מידע בפרויקטים בניה. ניהול נתונים, סטנדרטיזציה וסיווג שלהם הם תהליכי בסיסיים, הדורשים גישה מערכתית והבנה ברורה של דרישות העסק. השיטות והכלים שנדונו חלק זה מאפשרים להבטיח אינטגרציה אמונה בין מערכות שונות במהלך כל מחזור חיiproject.

לסיכום חלק זה, נ את הצעדים העיקריים העיקריים שישיתו לישם את הגישות שנדונו במשימות היומיומיות שלכם:

התחילו בסיסטטיזציה של הדרישות

- צרו רישום של תוכנות ופרמטרים עבור רכיבי המפתח של הפרויקט והתהליכיים שלכם
- تعدו את הערכיים הקיצוניים עבור כל תוכנה
- ויזואלייזו את התהליכיים והקשרים בין הקטגוריות, המרכיבות והתוכנות באמצעות דיאגרמות (למשל ב

Miro, Canva, Visio)

אוטומטו את המרת הנתונים

בדקו אילו מהמסמכים שלכם, הנמצאים בשימוש תדי' בתהליכיים, ניתן לדיגיטציה באמצעות ספריות

ולהמירים לפורמט טבלאי OCR

(BIM)-CAD-הכירו את הכלים להנדסה הפוכה כדי לحلץ נתונים מ

נסו להציג קבלת נתונים אוטומטית מהמסמכים או הפורמטים שאתה משתמש בהם לעתים קרובות בעבודתכם, לפורמט טבלאי

הגדרו המרות אוטומטיות בין פורמטים שונים של נתונים

צרו בסיס ידע לסייע

פתחו מסוג פנימי או השתמשו במסוג קיים, המוסכם עם הסטנדרטים התעשייתיים

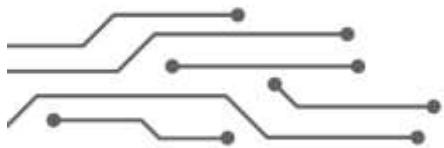
תעדו את הקשרים בין מערכות הסיווג השונות

דונו עם הוצאות שלכם בנושא השימוש במערכת זהוי איחידה וסיווג חד משמעי של רכיבים

התחלו לבנות תהליך של בדיקה אוטומטית של נתונים - זו של הנתונים שאתה עובדים בתוך הוצאות והן של הנתונים המועברים למערכות חיצונית

השימוש בפתרונות כאלה יאפשר לכם לשפר באופן משמעותי את איכות הנתונים ולפשט את העיבוד וההמרה שלהם בהמשך. בחלקם הבאים של הספר נבחן כיצד ליישם נתונים שכבר הובנו ומוכנים לחישובים אוטומטיים, הרכבת עלויות, תכנון לוח זמנים וניהול פרויקט בניה.





7 חלק **הישובי עלות וזמן: התמצעת נתונים בתהליכי בנייה**

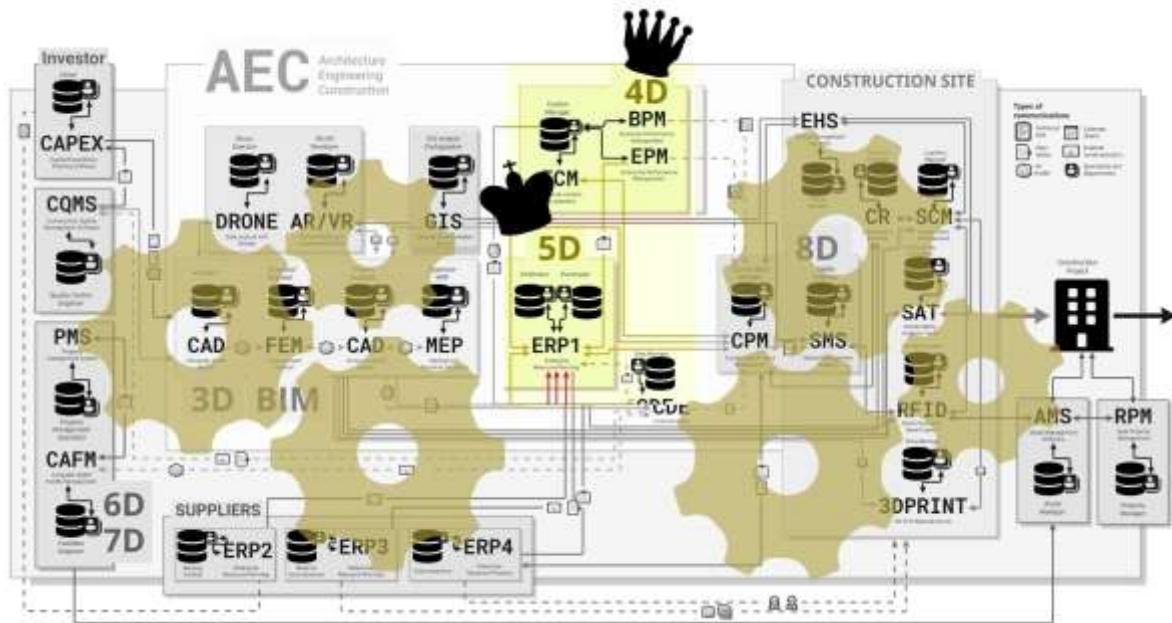
החלק החמישי מוקדש להיבטים מעשיים של שימוש נתונים לצורך אופטימיזציה של חישובי עלויות ותוכנון פרויקטים בניה. ניתוח עמוק של שיטת המשאבים להכנת אומדנים ואוטומציה של מודלים (Quantity Take-Off) תהליכי חישוב. נבחנות שיטות להשגת כמיות אוטומטיות D-5D ואינטגרציה שלהם עם מערכות חישוב. נבדקות טכנולוגיות של דימוי 4 (BIM) CAD לתוכנון פרמטרים זמינים וניהול עלויות הבניה, עם דוגמאות קונקרטיות לשימושן. מוצג ניתוח של המבניות גישה כוללת להערכת עמידות, פעולה ובתיות של 6, 8D-שכבות מידע מורחבות של פרויקטים בניה ESG-נכסי נדל"ן. נבחנות בשקיפות שיטות חישוב של טביות רgel פחמנית ו-PMIS-ERP בהקשר שלדרישות וסטנדרטים סביבתיים מודרניים. מערכות המסורתיות נבחנות באופן ביקורי בוגע לכליות ולמגבילות שלן בניהו תהליכי הבניה, עם ניתוח השפעתן על שקייפות תהליכי קביעת המהירים. ניבאות מגמות המעבר מפתרונות סגורים לסטנדרטים פתוחים וכליים גמישים לנתחות נתונים, המאפשרים להבטיח יעילות רבה יותר בתהליכי הבניה.

פרק 5.1 חישובי עלות והערכתות פרויקטים בבנייה

יסודות הבניה: הערכת כמות, עלות וזמן

- בין שלל תהליכי העבודה המגדירים את עמידות החברה בתעשייה הבניה, יש חישבות רבה - כמו לפני שנים לתחלים של הערכת כמות מדוקית של רכיבים, עלות הפרויקט ולוחות זמנים לביצוע (איור 5.11).
- התפתחות הכתיבה הייתה תוצאה של מכלול גורמים, כולל הצורך בעקב אחר פועלות כלכליות, התפתחות המסחר וניהול משאבים בחברות מוקדמות. המסמכים המשפטיים הראשונים - לוחות חימר עם חישובי עלויות חומרים ותשלוויי שכר שימשו בהקשר של מסחר ובניה. לוחות אלו תיעדו את התהיהויות הצדדים בעת בנייה מבנים ונשמרו כראיות להסכמות ולמערכות יחסים של שחזורות וככש.

במשך אלפי שנים הגישה להערכתה כמעט ולא השתנתה: החישובים בוצעו ידנית, בהתבסס על ניסיון הגישה CAD, מודולריות וכל ERP ואינטואיציה של המהנדס המעריך. עם זאת, עם הופעת מערכות המסורתית להערכתה כמות, עלות וזמן החלה לעבור שינוי מהיר. הטכנולוגיות הדיגיטליות המודרניות מאפשרות אוטומציה מלאה של חישובים מרכזיים של זמן ועלות, מה שמעלה את הדיוק, המהירות והksamיפות של תכנון המשאבים בפרויקט בנייה.



איור 5.11 מtower שלל מערכות שונות, הכלים החשובים ביותר בעסקים הם הכלים העוסקים במידדים של כמות, עלות וזמן.

תשומת הלב העיקרית של חברות הבניה מוקדשת נתונים מדויקים לגבי לוחות זמנים ועלויות העבודה. מדדים אלו בתורם, תלויים בנסיבות החומרים בשימוש ובמאפיין העבודה, וksamיפותם משפיעה על הרווחיות. עם זאת, המרכיבות של

תהליכי החישוב וחסור השקיפות שלהם לעתים קרובות מביאים לעליות גבהות יותר של פרויקטים, לעיכובים בלוחות הזמן וapeutic ואפילו לפשיטת רגל של חברות.

בעיות מוכרות - גישות חדשות (רכ 2023) 50% מפרויקטי הבניה מסתיימים בזמן, ו- "KPMG" לפី דוח מהחברות מדווחות על עלייה בברכת הכלכלת של פרויקטים קפיטליים. הבעית העיקרית קשורה ל- 87% למחסור בכוח אדם מiomן ולמורכבות הייזוי הסיכון.

נתונים היסטוריים על הישובי עלות זמן ביצוע תהליכי נאספים במהלך בניית פרויקטים קודמים לאורך כל חייה החברה ("וכו ERP, PMIS, BPM, EPM").

קיים נתונים היסטוריים אינטגרטיבים על הישובי הוא יתרון תחרותי מרכזי של הארגון הבנייתי, המשפיע ישירות על הישרדותו.

מחלקות אומדן והישובי בחברות בנייה והנדסה מוקמות לצורך איסוף, אחסון ועדכון נתונים ההיסטוריים על הישובי פרויקטים. הפונקציה העיקרית שלן היא צבירה וסיסטematיזציה של הניסיון של החברה, מה שמאפשר עם הזמן לשפר את דיק ההערכה של כמות, מועדים ועלויות של פרויקטים חדשים. גישה זו מסייעת למוצר טעויות בחישובים עתידיים בהתבסס על פרקטיקה ותוצאות של פרויקטים שכבר בוצעו.

שיטת חישוב עלות פרויקטים

בעבודת המומחים להישובי נעשה שימוש בשיטות הערכה שונות, כל אחת מהן מכונה לסוג נתונים ספציפי, זמניות: המידע ורמת הפירוט של הפרויקט. השיטות הנפוצות ביותר כוללות:

■ **שיטת המשאים:** הערכת עלות הפרויקט על בסיס נתוחה מפורט של כל המשאים הנדרשים, כגון חומרם, ציוד ועובדיה. שיטה זו דורשת רשיימה מפורטת של כל המשימות והמשאים הנדרשים לביצוע כל שימוש, עם חישוב עלותם לאחר מכן. שיטה זו מתאפיינת בדיקת גובה ומישמת באופן נרחב בהערכת אומדן.

■ **השיטה הפרמטרית:** עשויה שימוש במודלים סטטיסטיים להערכת עלות על בסיס פרמטרים של הפרויקט. זה יכול לכלול נתוחה עלות ליחידה מידת, כגון שטח הבניה או נפח העבודה, והתקמת עלויות אלו לתנאים הספציפיים של הפרויקט. השיטה עיילה במיוחד בשלבים המוקדים, כאשר מידע מפורט עדין אינו זמין.

■ **שיטת המדרים היחידיים (שיטת עלות ליחידה):** (מחשבת את עלות הפרויקט על בסיס עלות ליחידה) למשל למטר רביע או למטר קוב. זה מספק השוואת נוחה ומהירה וניתוח עלויות של פרויקטים שונים או חלקיים הערכות מומחים (שיטת דלפי): (מבוססת על דעות של מומחים, המשמשים בניסיון ובידע שלהם להערכת עלות הפרויקט. גישה זו מועילה כאשר אין נתונים מדויקים או כאשר הפרויקט יהודי).

יש לציין כי השיטה הפרמטרית והערכות המומחים יכולות להיות מותאמות למודלים של למידת מכונה. זה מאפשר לבנות באופן אוטומטי חזיות על עלויות זמניות של ביצוע הפרויקט על בסיס דוגמאות לימוד. דוגמאות לשימוש במודלים (9.35) "כאלה נדונות בפרק "דוגמת שימוש בלמידת מכונה למציאת עלות זמניות של פרויקט"-

עם זאת, השיטה הופולרית והנמצאת בשימוש נרחב בעולם היא שיטת המשאים. היא מספקת לא רק הערכה מדויקת של עלות האומדן, אלא גם מאפשרת לחשב את משך הזמן של תהליכי ספציפיים באתר הבניה ושל הפרויקט כולם ("Pירות נוספת בפרק "גרפים של בנייה ונתוני פרויקט 4").

שיטת משאבים להערכת עלות ו_hiישובים בבנייה

הישוב על בסיס משאבים הוא שיטה של ניהול השבונאות, שבה עלות הפרויקט נקבעת על סמך רישום ישיר של כל המשאבים המעורבים. בתחום הבניה, גישה זו כוללת ניתוח מפורט והערכתה של כל המשאבים החומריים, העבודה והטכנולוגיים הנדרשים לביצוע העבודה.

השיטה המש愧ת מספקת שקייפות גבוהה ודיוקנות בתכנון התקציב, מכיוון שהיא מתמקדת במחירים בפועל של המשאבים בזמן הצעה. זה חשוב במיוחד בתחום של מצב כלכלי לא יציב, כאשר תנודות מחירים יכולות להשפיע באופן משמעותי על הוצאות הכלולות של הפרויקט.

בפרק הבא נבחן בפירוט את תהליך החישוב בשיטה המש愧ת. כדי להבין טוב יותר את העקרונות שלה בתחום הבניה, נעשו אנלוגיה לחישוב עלות ארכואה במסעדת. מנהל המסעדת, המתכוון ערבית, מכין רשימה של המוצרים הנדרשים לlokח בחשבון את זמן ההכנה של כלמנה, ולאחר מכן מכפיל את העלות במספר האורחים. בתחום הבניה, התהליך דומה: עבור כל קטגוריה של רכיבי הפרויקט (אובייקטים) נערוכות הצעות מפורטות, וההוצאות הכלולות של הפרויקט נקבעת על ידי סיכום כל הוצאות בהחשבון הסופי - הצעת המחיר הסופית לפי קטגוריות.

השלב המרכזי והראשוני בגישה המש愧ת הוא יצירת בסיס נתונים ראשון של החברה. בשלב הראשון של החישוב נערך רשימה מסודרת של כל הפריטים, החומריים, השירותים והמשאבים שברשות החברה במסגרת הפרויקטים הבנייתיים שלה - מהמסמר במחסן ועד תיאור העובדים לפי הקשרתם ושיעור השכר השנתי שלהם. מידע זה מאורגן לבסיס נתונים אחד - "בסיס נתונים משאבים וחומרים לבניה" - רישום טבלאי המכיל נתונים על שמות, תכונות, יחידות מידת ומחרירים נוכחים. בסיס זה הופך למקור המידע לכל החישובים הבאים של המשאבים - הן הוצאות והן זמני הביצוע.

בבסיס נתונים של משאבי בנייה: קטלוג חומרים ועבודות בנייה

- בסיס הנתונים או טבלת המשאבים והחומרים לבניה כוללת מידע מידע מפורט על כל רכיב שיכול לשמש בפרויקט הבניה מוצר, פריט, חומר או שירות, כולל שמו, תיארו, ייחודה המידה ועלות היחידה, המוקלטים בצורה מסודרת. בטבלה זו ניתן למצוא הכל: מסווגי דלק וחומרים שונים בשימוש בפרויקטים ועד רשימות מפורטות של מומחים בקטגוריות שונות עם תיאור של תשלום שעתי (5.12).

Database of resources

 <p>1st grade potatoes 1 kg \$2,99</p>	 <p>Sand lime bricks 1 pcs \$1</p>
 <p>Black Angus marble beef 1 kg \$26,99</p>	 <p>JCB 3CX backhoe loader 1 h \$150</p>
 <p>Broccoli 1 pcs \$1,99</p>	 <p>Laborer of the 1st category 1 h \$30</p>

איור 5.12 טבלת המשאבים - זו רשימת מרכיבים, המතארת את החומר והשירותים עם ציון עלות היחידה.

בבסיס הנתונים של המשאבים "דומה לקטלוג מוצרים של חנות אינטרנטית, שבה לכל מוצר יש תיאור" מפורט של מאפייניו. זה מקל על המעריכים לבחור את המשאבים הנדרשים (כמו בחירת מוצרים בעת הופתם לעגלת הקניות, (הנדרשים לחישוב תהליכי הבניה הספציפיים בצוරה של חישובים) ההזמנה (הסופית בבחנות האינטרנטית).

בבסיס הנתונים של המשאבים ניתן גם להציג כרשימה של כל המרכיבים בספר מתכוונים של מסעדה. כל חומר בניין, ציוד ושירותות דומים למרכיבים בשימושם במתכוונים". בסיס המשאבים "הוא רשימה מפורטת של כל המרכיבים - חומרים ושירותותם לבניה, כולל עלותם יחידה: יחידה, מטר, שעה, ליטר וכו'.

ניתן להוסף אלמנטים חדשים לשוחט בטבלת "מאגרי נתוניים של משאבי בנייה" בשני דרכים - ידנית (איור 5.13) או אוטומטית, באמצעות אינטגרציה עם מערכות ניהול המלאי של החברה או מאגרי נתוניים של ספקים.

Database of construction resources

Code	Description	Unit	Unit cost
dos_p	Delivery of the mainland to the site	total	500
dos_m	Delivery to the place of installation	total	300
metprofil	Metallic profile	Kg	10.30






Manual input







איור 5.13 מאגר הנתוניים של המשאבים מתמלא ידנית או מעביר נתונים ממאים אחרים באופן אוטומטי.

חברה לבנייה בגודל ממוצע משתמש במאגר נתונים המכיל אלפי, ולעתים עשרות אלפי אלמנטים עם תיאור מפורט שנינן להשתמש בהם בפרויקט בנייה. נתונים אלה משמשים לאחר מכן באופן אוטומטי בחזירים ובמסמכי תכנון לתיאור מדויק של הרכב העבודות וההילכים.

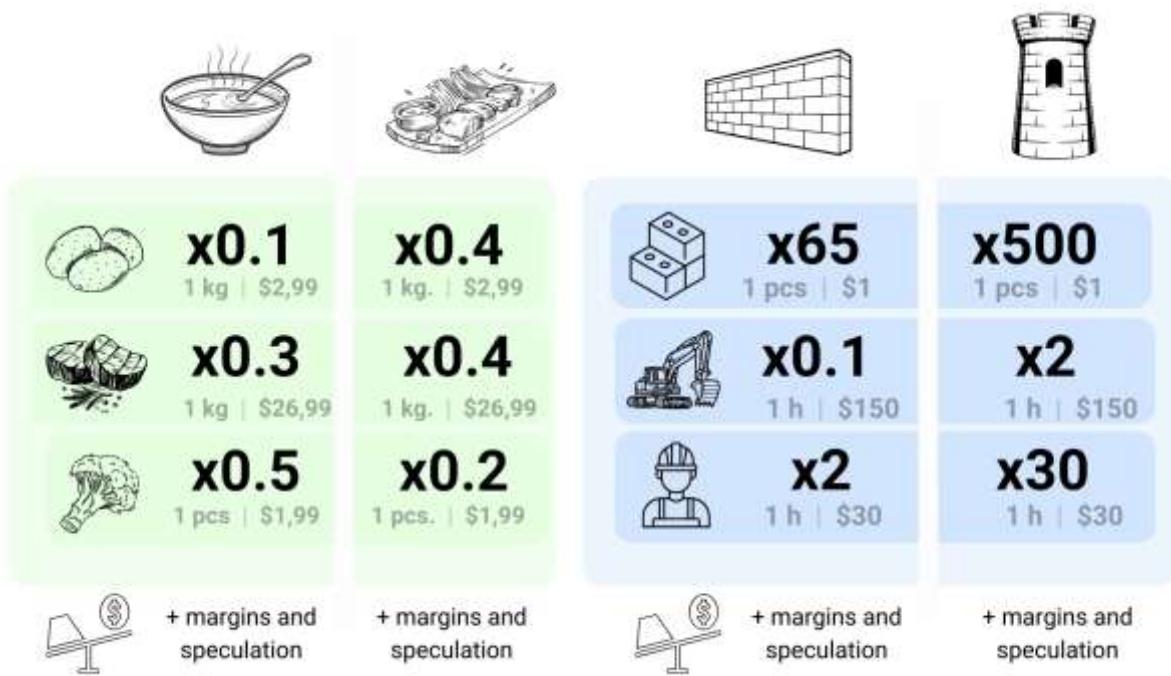
כדי לא להישאר מאחור בשינויים בתנאי השוק, כגון אינפלציה, למשל "עלות לייחידה" עברו כל מוצר (סchorה או שירות (במאגר הנתונים של המשאים) איור 5.13 (מעודכן באופן קבוע ידנית או באמצעות טעינת מהיריים עדכניים מערכות אחרות או פלטפורמות מקוונות.

עדכון עלות הייחידה של המשאב יכול להתבצע מדי חודש, מדי רבעון או מדי שנה - בהתאם לאופי המשאב, לאינפלציה ולמצבי הכלכלי החיצוני. עדכון זה הכרחי לשימירה על דיקוח החישובים וההערכות, שכן אלמנטים בסיסיים אלה משמשים כנקודות מוצא לעבודות המעריכים. על בסיס הנתונים העדכניים נוצרים אומדנים, תקציבים ולוחות זמנים, המייצגים את התנאים האמיתיים בשוק ומפחיתים את הסיכון לטיעויות בחישובים הפרויקטיים הבאים.

הנתן חישובים וחישוב עלות עבודות על בסיס המשאים

לאחר שmileano את "מאגר הנתונים של משאבי הבנייה" איור 5.13 (באלמנטים-יחסות מנימילות, ניתן להתחילה ביצירת חישובים, המבוצעים עברו כל תהליך או עבודה באתר הבנייה לפי יחידות מידת מסוימת: לדוגמה, עברו מטר מעוקב של בטון, מטר רבוע של קיר גבס, מטר של שפתון או התקנת חלון אחד.

לדוגמה, עברו בנית קיר לבנים בשטח של 1 מ"ר (איור 5.14, בהתחבס על ניסיון פרויקטים קודמים, דרישים כ-65 לבנים) אלמנט "לבני סיליקט", "עלות של 1 דולר לייחידה" (משל "עלות לייחידה" מה שמצובר ל-65 דולר. בנוסף במשך 10 דקות, שימקם את הלבנים ליד "3CX JCB אלמנט" מעmis) על פי ניסיון, יש צורך להשתמש בצד בניה אзор העבודה. מכיוון שעלות השכרת הצד היא 150 דולר לשעה, 6 דקות שימוש יULLו כ-15 דולר. בנוסף, יידרשו 2 שעות עבודה של קבלן להנחת הלבנים, בשכר שעה של 30 דולר, והסכום הכולל יהיה 60 דולר.

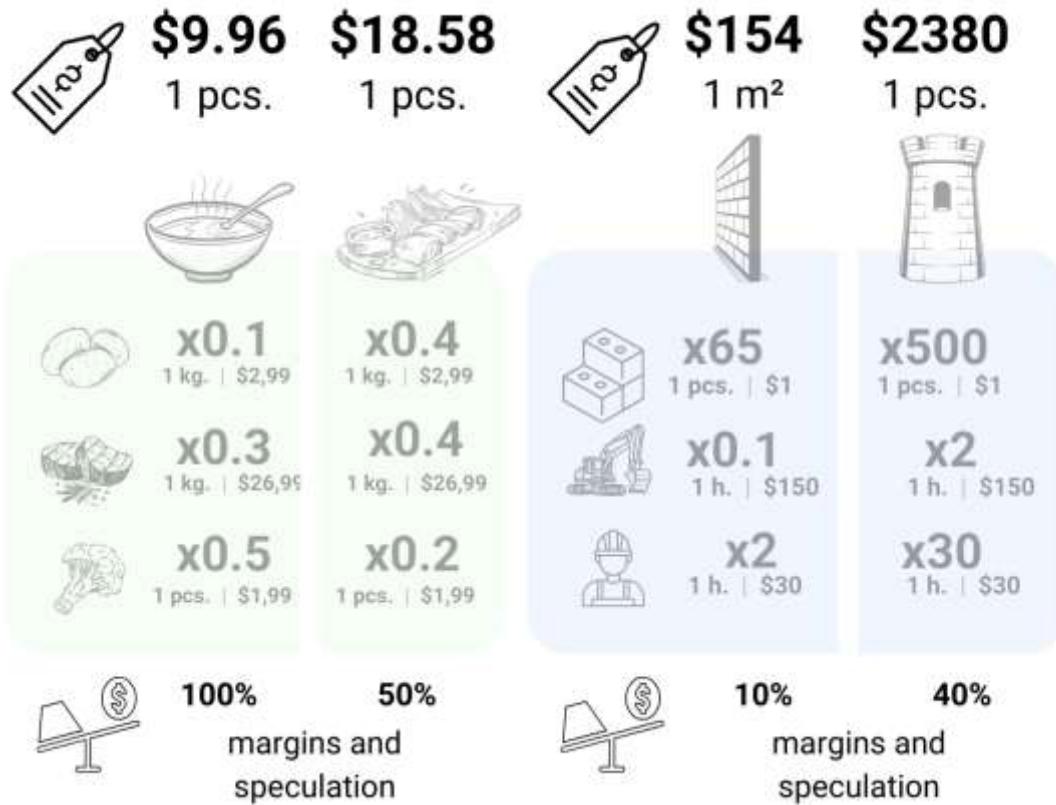


איור 5.14 חישובי העלות מכלים רshima מפורטת של חומרי בניין ושירותים הנדרשים לביצוע העבודות וההילכיות.

הרכיב החישובים (המכונים "מתכנים" או "מתקנים") מתייחס על בסיס הניסיון ההיסטורי שצברה החברה במהלך ביצוע עבודות דומות. ניסיון מעשי זה, בדרך כלל, מצטבר דרך משוב מהאתר הבנייה. בפרט, המנהל האחראי אוסף מידע ישירות באתר הבנייה, מתחדש את שעות העבודה בפועל, את צריכת החומרים ואת הדקיות של ביצוע הפעולות הטכנולוגיות. לאחר מכן, בשיתוף פעולה עם מחלקת החישובים, מידע זה עבר תהליך של שיפור איטרטיבי: תיאור התהליכיים מודרני, הרכיב המשאבים מותאם, והחישובים מעודכנים בהתאם לנתונים הפנימיים של הפרויקטים האחרונים.

כפי שמתארים במתכוון את המרכיבים הנדרשים וכמותם להכנהmana, כך בראשית החישובים מופיע פירוט מדויק של כל החומרים הבנייתיים, המשאבים והשירותים הנדרשים לביצוע עבודה או תהליך ספציפי.

עבודות המבוצעות באופן קבוע אפשרות לעובדים, למנהל הקבוצות ולמחשיבי החישובים להתמצא ככמות הנדרשת של משאבים: חומרים, דלק, שעות עבודה ופרמטרים נוספים הנדרשים לביצוע ייחידה עבודה (איור 5.15). (נתונים אלה מוגנים למערכות החישובים בקרה של טבלאות, כאשר כל משימה ופעולה מתוארת דרך רכיבי בסיס המשאבים) עם מחירים שמתעדכנים באופן קבוע, (מה שבטיח דיק ביחסובים).



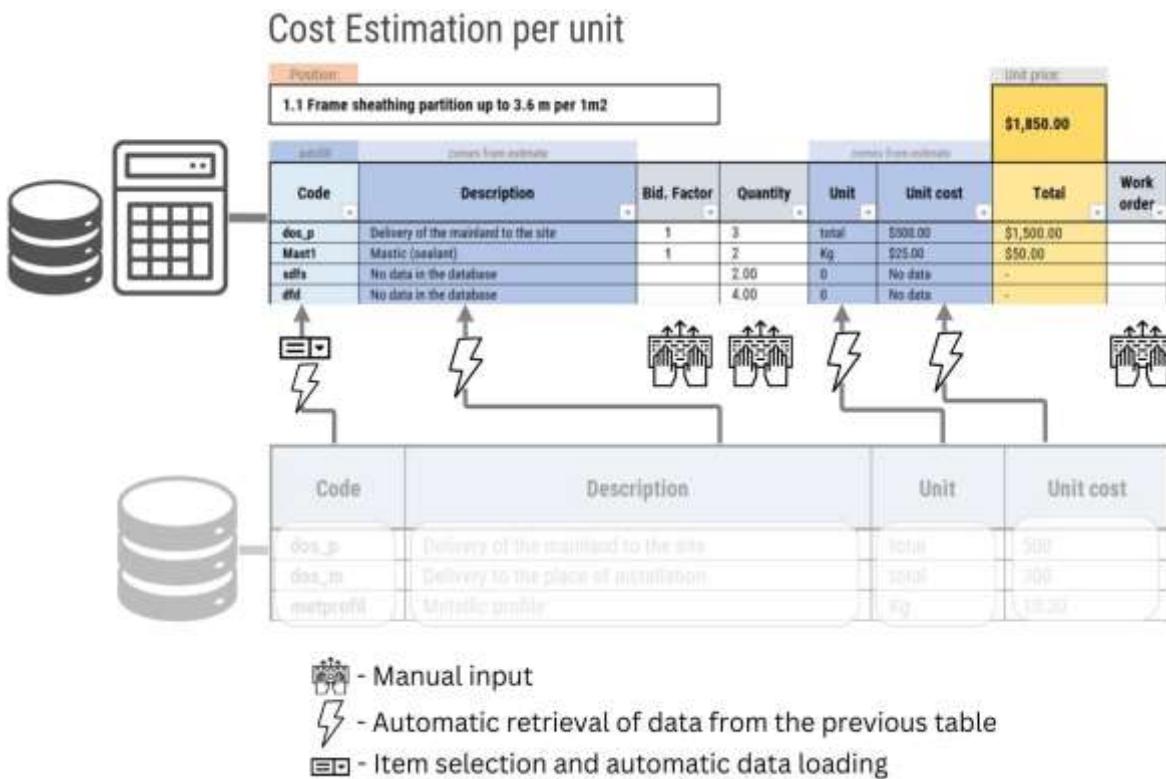
- איור 5.15 עברו כל עבודה נאספים מחירים ייחודיים, כאשר מאפיין נפח היחסות מוכפל בכמות שלה עם הוספה אחזו רווח

כדי לקבל את העלות הכוללת של כל תהליך או עבודה (אובייקט החישוב, (מאפיין היחסות מוכפל בכמות שלו ובמקדם המקדם יכול לכלול גורמים שונים, כגון מרכיבות העבודה, מאפיינים אזוריים, רמת אינפלציה, סיכון פוטנציאליים (אחזו ציפוי של הוצאות כלוליות (או ספקולציות) מקדם רווח נוספת).

מחשב החישובים, אנגליסט, ממיר את הנתונים והමלצות של המנהל האחראי לחישובים סטנדרטיים בהתאם את התהליכים הבנאיים דרך יישות משאים בצדקה טבלאית. למעשה, משימת מחשב החישובים היא לאסוף ולארגן את המידע המגיע מהאתר הבנייה דרך פרמטרים ומוקדים

כך, העלות הסופית של יחידת עבודה (למשל, מטר רבוע או מטר קוב, או התקנה אחת (כוללת לא רק את הוצאות היחסות על חומרים וכוח אדם, אלא גם את הרווחים של החברה, הוצאות כלוליות, ביטוח וגורמים נוספים) (איור 5.16).

בשלב זה, אין צורך לדאוג לגבי עדכניות המחירנים בחישובים, מכיוון שהמחירים האמתיים תמיד משתקפים ב"מ Lager המשאים" (טבלת המרכיבים). בשלב החישובים, הנתונים נתונים אוטומטית (למשל, לפי קוד רכיב או מזהה ייחודי שלו) (מהמגר שמספק תיאור וועלות עדכנית ליחידה, שיכולה להיות גם נתענת אוטומטית מפלטפורמות מקוונות או חניות אינטרנטית לחומרים בניתיים. למחשב החישובים בשלב החישובים נותר רק לחתור את העבודה או התהליך דרך מאפיין "כמות המשאים" וגורמים נוספים.



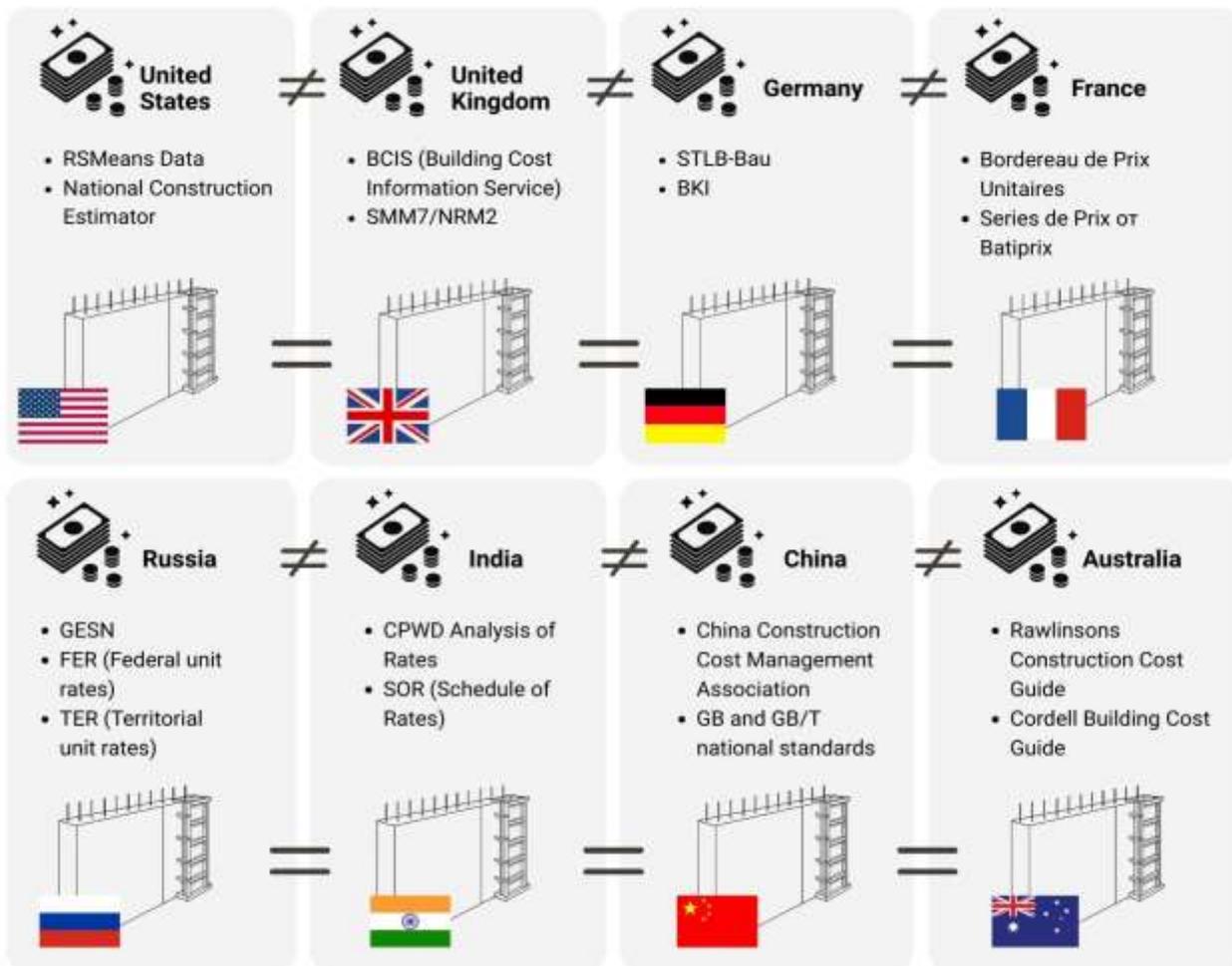
איור 5.16 בשלב חישוב עלות ייחודת העבודה, ממלאים רק את מאפייני כמות המשאבים הנדרשים, וכל השאר נטען אוטומטית מהמאגר.

הישובי עלות העבודה שנוצרו נשמרים בטבלאות תבנית של פרויקטים טיפוסיים, הקשורים ישירות למסד הנתונים של משאבים וחוරמים בנויים. תבניות אלו מהוות מתודולוגיות סטנדרטיות לביצוע סוג עבודות חוזרות, עבור פרויקטים עתידיים, ובמтиichtetות אחידות בחישובים ברמה של כל החברה.

כאשר משתנה מחיר של כל משאב במסד הנתונים (איור 5.13) – בין אם ידנית או אוטומטית דרך טעינה מחירים שוק עדכניים (למשל, בתנאי אינפלציה) – העדכנים משתקפים מיד בכל החישובים הקשורים (איור 5.16). זה אומר כדי לבצע שינויים רק במסד הנתונים של המשאבים, בעוד שתוצאות החישוב והערכתות נשארות ללא שינוי לאורך זמן. גישה זו מבטיחה יציבות וחזרתיות בחישובים בכל תנודות המחיר, אשר נלקחות בחשבון רק בטלית המשאבים הפושטה (איור 5.13).

עבור כל פרויקט חדש נוצר עותק של התבנית החישוב הסטנדרטית, מה שמאפשר לבצע שינויים ולהתאים פעילויות בהתאם לדרישות מיוחדות לשנות את התבנית המקורית, שהתקבלה בחברה. גישה זו מספקת גמישות בהתאם לחישובים: ניתן לנקוט בחשבון את מאפייני האתר הבנייה, את רצונות הלוקוח להכניס מקדים של סיכון או רוחות (ספוקולציות) – וכל זאת מבלי להפר את הסטנדרטים של החברה. זה עוזר לחברת מצואו את האיזון בין מסКОם הרוחחים, דרישות הלוקוחות ושמירה על התחרויות שלה.

במדינות מסוימות תבניות חישוב אלו, שנוצרו במשך שנים, מתעדות ברמה הלאומית והופכות לחלק מהסטנדרטים הממשתמשים של מערכת חישוב עלות עבודות הבניה (איור 5.17).



איור 5.17 מדיניות שונות בעולם לחישובים של אותו רכיב קיימות כללים משלhn עם (מטודולוגיות (אוסףים ותקנים לעבודות בנייה).

בבסיס המשאים הסטנדרטיים של הערכות (איור 5.17) (מחויבם לשימוש על ידי כל המשתתפים בשוק, בראש ובראשונה, בעת ביצוע פרויקטים עם מימון ממשלתי. תהליך הסטנדרטיזציה זהה מבטיח שקייפות, השוואתיות והוגנות בהקנות מהירות והתחייבויות חוזיות.

חישוב סופי של עלות הפרויקט: מהערכות לתקציב

התקנים הממשלתיים והענפיים של הערכות מלאים תפקיים הבניה במדינות שונות. בעוד שכמה מדינות מחיבות הקפדה על תקנים אחידים, רוב הכלכלות המפותחות מאמצות גישה גישה יותר. במדינות עם כלכלה שוק, התקנים הממשלתיים לבניה בדרך כלל משמשים רק כנקודות מוצא בסיסית. חברות הבניה מתאימות את הסטנדרטים הללו למודלים התפעוליים שלhn או מעבדות אותן לחלוzn, ומוסיפות להם מקדים משלhn, המתבססים במאפייני הפעולות שלhn. התאמות אלו משקפות את הניסיון התאגידי, את הייעילות בניהול המשאבים ולעתים קרובות גם גורמים, שבהם ניתן לקחת בחשבון את הרוחה הספקולטיבי של החברה.

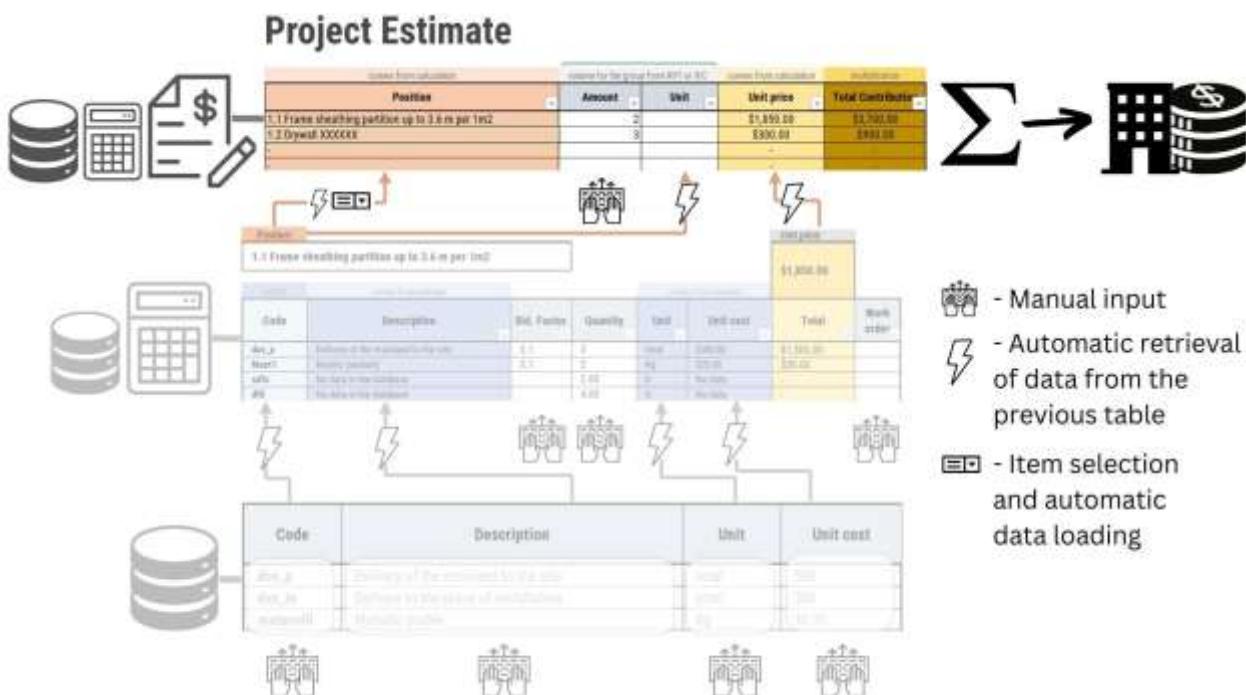
בסיומו של דבר, רמת התחרות, הביקוש בשוק, שיעור הרווח המוצע ואפשרו הקשרים עם לקוחות ספציפיים יכולים להוביל לסטיות משמעויות מהנורמות הסטנדרטיות. פרקטיקה זו מספקת גמישות בשוק, אך בו בזמן מקשה על השוואת שקופה של הוצאות קבלניים שונים, תוך הכנסת אלמנט של תחרור ספקולטיבי בתחום הבניה בשלב זה של החישובים.

לאחר שכבר הוכנו תבניות חישוב עבור סוגי עבודות ותהליכיים שונים - או, מה שקרה לעיתום קרובות יותר, פשוט עם מקדים המייצגים את "המאפיינים" של החברה (5.17 איור) הוותקו מתוך אומדנים סטנדרטיים ממשלתיים הספציפית - בשלב הסופי נותר רק להכפיל את עלות כל פריט באטריבוט המתאים של היקף העבודות או התהליכיים בפרויקט החדש.

בחישוב העלות הכוללת של פרויקט בנייה חדש, שלב מפתח הוא סיכום ההוצאות בכל סעיפים החישובים מוכפל בהיקף של פריטים-עבודות בפרויקט

כדי ליצור את הערות הכוללת של הפרויקט, בדוגמה הפשטה שלנו, נתחיל בחישוב עלות הבניה של מטר רביע אחד של קיר ונכפיל את עלות החישוב שלו (למשל, עבודה 1 מ^2 התקנה סטנדרטית של אלמנטים קיר ("במספר הכולל של מטרים של ישות מסווג "אלמנטים קיר" מתוק" 5.18 איור) "רבעים של קירות בפרויקט) למשל, אטריבוט "שטח" או "כמות" או חישובי מנהל העבודה CAD פרויקט

локחים את עלות יחידת העבודה (5.18 איור) באופן דומה, אנו מחשבים את הערות עבור כל האלמנטים בפרויקט, ומכפילים אותה בהיקף של אלמנט מסוים או קבוצתו בפרויקט זה. לمعירך עלויות נותר רק להזין את כמות האלמנטים העבודה או התהליכיים בפרויקט בצורה של היקף או כמות. זה מאפשר ליצור אוטומטית את אומדן הבניה המלא.



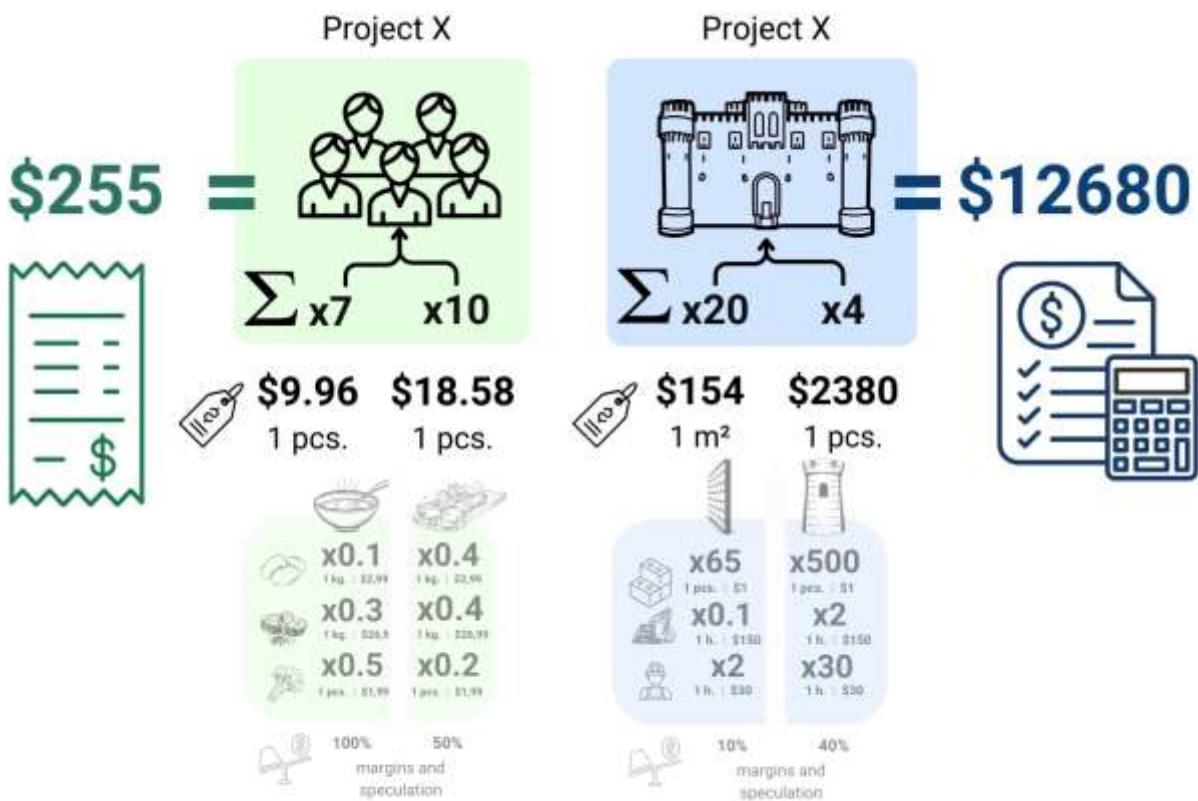
בשלב יצירת האומדן אנו מזינים רק את היקף העבודות 5.18 אירור.

כמו במקרה של חישובים, בשלב זה אנו טענים אוטומטיות פריטים מחושבים מוכנים (מתבנית החישובים או חדשם שהועתקו מתבנית וערכו מחדש), אשר מבאים אוטומטית את העלות העדכנית ליחידת עבודה (שנתעדכנת אוטומטית בהתאם, בכל שינוי בתנונים במאגר המשאבים או בטבלאות). (טבלה תחתונה 5.18 אירור) ממאגר הנתונונים של המשאבים החישובים - הנתונים באומדן יתעדכנו אוטומטית ליום הנוכחי, ללא צורך לשנות את החישובים או את האומדן עצמו.

בקשר של מסעדה, העלות הסופית של האירוע מחושבת באופן דומה והוא שווה לעלות הסופית של כל האירועה, כאשר כמו בבנייה, מתכוני הכתנה (5.19 אירור) עלות כלמנה, מוכפלת במספר האורחים, מצטברת לעלות הכוללת של החשבון המנות במסעדה עשויים לא להשתנות במשך שעות. בוגדור למחירים, שבהם עלות המרכיבים עשויה להשתנות בכל שעיה.

כפי שבעל מסעדה מכפיל את עלות כל מנה במספר המנות ואנשים, כדי לקבוע את העלות הכוללת של האירוע, כך גם מנהל האומדנים מסכם את עלות כל רכבי הפרויקט, כדי לקבל את האומדן המלא של הבניה.

כך, עבור כל עבודה בפרויקט נקבעת עלותה הסופית (5.19 אירור), אשר היא מוכפלת בנפח האטריבוטיבי של היחסות המתאימה לעבודה זו - נותנת את עלות קבועות העבודות, ממנה מקבלת העלות הסופית של כל הפרויקט.



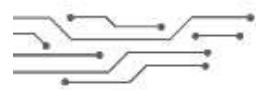
איור 5.19 התקציב הסופי מחושב על ידי סיכום האטריבוט של עלות העבודה של כל אטריבוט של נפחו.

העלות הסופית של הפרויקט (איור 5.18) מהווה תמורה פיננסית של הפרויקט, המאפשרת ללקוחות, משקיעים או ארגונים פיננסיים להבין את התקציב הכלול ואת המשאבים הפיננסיים הנדרשים לביצוע הפרויקט, בכל יום, בהתחשב במחירים העדכניים.

אם תהליכי הרכבת בסיסי המשאבים, חישובים ותקציבים (מתכוונים לתחלכים (כבר פותחו, חצי-אוטומטיים ומדויקים) במשך עשורים אלפי שנים ונרשמו ברמה הממשלתית, או קבלת מידע איותי אוטומטי על הנפה וכמות הרכיבים לשלב האחרון של התקציב הסופי - היום נשאר צוואר בקבוק בתהליכי כל החישובים של האטריבוטים העלותיים והזמןיים של הפרויקט, וגם באופן כללי של התקציב הכלול של הפרויקט

במשך אלפי שנים, השיטה המסורתית לחישוב הנפח היתה שיטות מדידה ידנית של מאפיינים נפחיים וכמותיים באמצעות שרטוטים שטוחים. עם הגיע העידן הדיגיטלי, חברות גילו כי ניתן להפיק אוטומטית מה שהביאה למאהבה בדריכים CAD מידע על נפחים וכמותות מנתונים גיאומטריים הכלולים במודלים. אלפי שנים של קבלת נתונים כמותיים

גישה מודרנית להערכת תהליכי ועבודות התקציביות הפקת אוטומטית של אטריבוטים נפחיים וכמותיים מבסיסי שנitin ליצא ולהחבר לתהליך החישובים, כדי לקבל נפחים עדכניים קבוצות פרויקטים בכל שלב של CAD נתונים התכנון ועד לניצול.



פרק 5.2. חישוב כמות ואוטומציה של הכנת הערכות ותוכניות לוח זמנים

שימוש בפרמטרים נפחים וכמותיים: D-5-D-4-D המעבר מ-3

עם טבלאות החישובים המיעודות עם התהליכי המתוארים דרך המשאבים (איור 5.18), בשלב הבא הוא קבלת אוטומטית של פרמטרי הנפח או הכמות עבור קבוצת רכיבים, הנדרשים לחישובים ולעירית התקציב הסופי.

המאפיינים הנפחים של רכבי הפרויקט - לדוגמה, קירות או תקרות - יכולים להיות מופקים אוטומטית מבסיס נתונים מומראות באמצעות הליבה הגיאומטרית לערכיהם מספריים של CAD אובייקטים פרטוריים שנוצרו בתוכניות CAD. פרטורים כמו אורך, רוחב, שטח, גובה ועוד. תהליך קבלת הנפחים על בסיס גיאומטריה תלת-ממדית יידוע בהרבה בחלוקת בנוסך לנפחים, כמוות של רכיבים דומים יכולות גם להיות CAD (BIM) השישי הבא (אוור 6.33), (המוקדש לעבודה עם עלי ידי סינון וקיובן אובייקטים לפי קטגוריות ותכונות. פרטורים אלו CAD מופקת מבסיס הנתונים של מודל המאפשרים קיבוץ - הופכים לבסיס ל קישור רכבי הפרויקט דרך חישובי המשאבים עם החישובים, התקציב הסופי והתקציב הכללי של הפרויקט.

לערכי האטሪבוטים של נפח הישויות
5-0 D מתחמלא בשכבות חדשות של פרמטרים המוגדרות כ-4, CAD (CAD) כרך, המודול הנתוני המופק ממודול תלת-ממדי משמשים כמקור (D) עלות (-) הנתונים הגיאומטריים של 3 (D) זמן (ו- 5-0 D בשכבות חדשות של אטሪבוטים של ישות - 4

שכבה מידע של פרמטרים המאפשרת לפרקטים תלת-ממדיים של רכיבים מידע על משך ביצוע פעולות – D. בנייה. נתונים אלה הינו יפים להכנון לוחות זמנים ולניהול מועד ביצוע הפרויקט. השלב הבא בהרחבת מודל הנתונים, שבו רכיבים מתווספים להכנות עלות. כך, למידע הגיאומטרי – D מתווסף היבט פיננסי: עלות חומרים, עבודות וציוד, מה שמאפשר לבצע היישובי תקציב, לנחת רוחניות ולנהל הוצאות במהלך הבנייה.

4. ERP של קבוצות ישות בפרויקט מתוארים בדומה לחישובים במערכות D-5-D נתוני עלות ופרמטרים תלת-ממדיים, ומשמשים לחישוב אוטומטי של עלות ותוכנו תקציב עבור (Excel-או כלים דומים ל) PIMS מודולריות, מערכות קבוצות נפרדות כמו גם עבור התקציב הכללי של הפרויקט.

CAD-והקמת גוףים של תוכנות מ-*C*הונות 5

בעת הכנת אומדן סופי של פרויקט הבניה, שהכנתו נדונה בפרקם הקודמים (אייר 5.18, (תכונות הנפה עבור כל קטגוריות רכיבים בפרויקט נאפסות ידנית או מופקota ממפרטי תכונות הנפה, המוצעים על ידי תוכנות CAD).

בגדרת פסגות נספח העשונות בذرר זו יכולת לסתות אספר חמ"ם עד אספר חדשים. בהתקאם לאוגול גפרוייחט, בנוסף-אכינויו

שכל המדידות והחישובים מtbody ידנית, קיים סיכון לשגיאות אנושיות, שועלות להוביל לנחותים לא מדויקים, מה שיפיע לאחר מכן על שגיאות בהערכתה של זמן ועלות הפרויקט, שעלייה תישא החברה כולה באחריות מפשטות באופן שימושית את חישוב הנפחים. במודלים CAD שיטות מודרניות, המבוססות על שימוש בסיסי נתונים של הגיאומטריה של רכיבים כבר כוללת תוכנות נפח, שניתן לחשב אוטומטי (דרך הליבה הגיאומטרית) אוור CAD של ולחציג או ליצא בצורה טבלאית (6.33)).

נתונים על תוכנות כמותיות ונפחיות של רכיבי הפרויקט. נתונים CAD-בתறיחס כזה, מחלקת האומדן מבקשת מהמעצב באו במערכות ERP במערכות Excel- אלה מוצאים בזורה של TABLES או מושלבים שירותים בסיסי החישוב – בין אם בתהליך זה לעיתים קרובות מתייחס לא מבקשת פורמלית, אלא משיחה קצהה בין המזמין (יוזם) (אדריכל ולמנהל PMIS. האומדן מצד החברה הבנייתית או המתכננת. להלן דוגמה פשוטה, המדגימה כיצד מתקבלת TABLE מובנית לחישובים מתוך תקשורת יומיומית (QTO) אוטומטיים:

- המזמין – רוצה להוסיף עוד קומה לבניין, באותו קונפיגורציה כמו הקומה השנייה.
- מוסיף קומה שלישית, הקונפיגורציה זהה לו שבקומה השנייה. ולאחר הודעה זו – (CAD) האדריכל למנהל האומדן-CAD-שולח גרסה חדשה של פרויקט ה
- עבריר את הפרויקט דרך TABLE – (ERP, PMIS, Excel) המעריך מבצע באופן אוטומטי קיבוץ וחישוב קיבל את הנפחים לפי קטגוריות עבור הקומה החדשה ואכן את (ERP, PMIS, Excel) עם כללי QTO עם ההוצאה".

בסוף דבר, הדיאלוג הטקסטואלי מתממש למבנה TABLE עם כללי קיבוץ:

רכיב	קטgorיה	קומה
תקרה	OST_Floors	3
עמוד	OST_StructuralColumns	3
מדרגות	OST_Stairs	3

של המעריך וכפל הנפחים בחישובי QTO מהמעצב לפי כללי קיבוץ האוטומטי של מודל ה-
-אננו מקבלים את התוצאות הבאות שנשלחות ללקוח, (5.18 אוור) משאבם

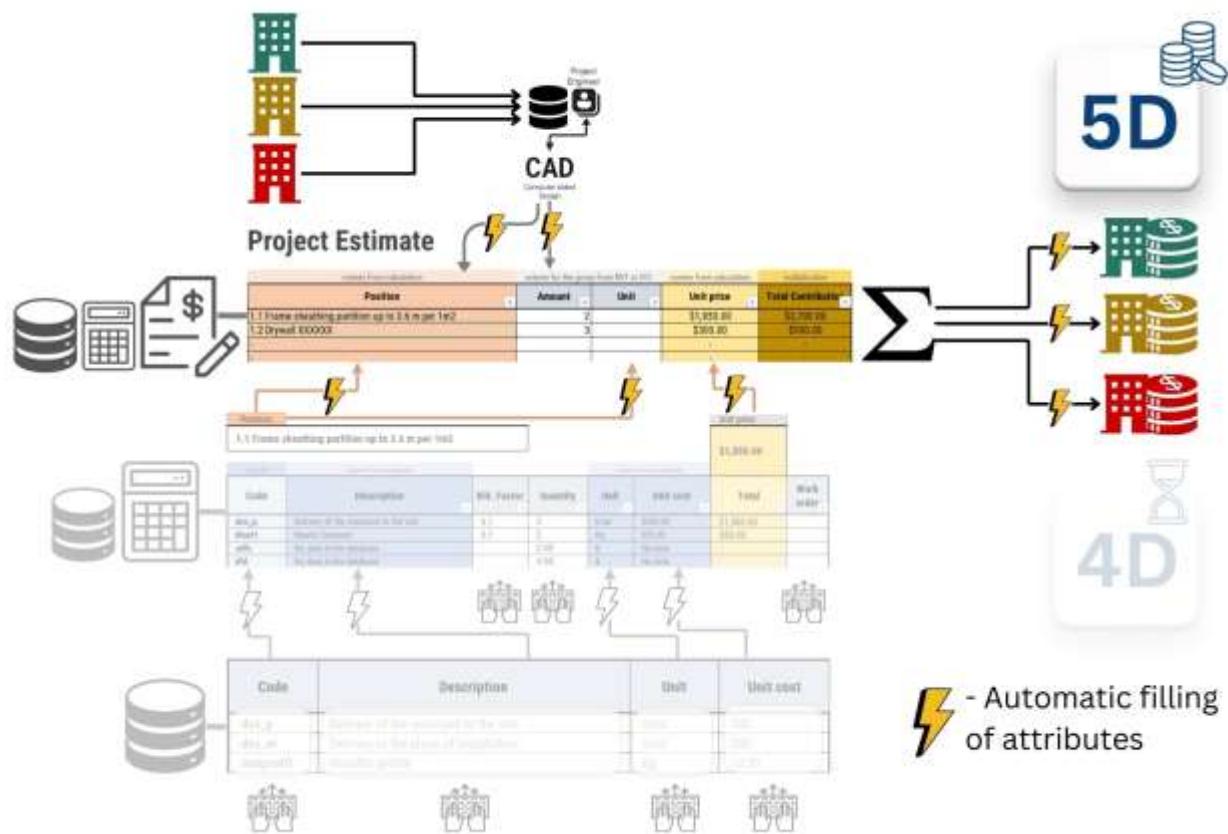
רכיב	נפח	גובה	מחיר ליחידה	עלות סופית
תקרה	מ ² 420	3	150 €/מ ²	63 000 €
עמוד	'יח 4	3	2450 €/'יח	9 800 €
מדרגות	'יח 2	3	4300 €/'יח	8 600 €
סה"כ:	—	—	—	81 400 €

להלן – "תודה, זה הרבה, צריך לפחות כמה חדרים", והמחוזר חוזר על עצמו פעמים רבות.

תרחיש כזה יכול לחזור על עצמו פעמים רבות, במיוחד בשלב ההסכמות, שבו הלוקה מצפה לתגובה מיידית. עם זאת, בפועל תהליכי כאלה יכולים להימשך ימים או אפילו שבועות. היום, בזכות יישום כללי קיובץ וחישובים אוטומטיים, פעולות שלפנינו כן לחזו זמן רב, ציריות להסתטטים בתוך דקotas ספורות. קבלת הנפקים באופן אוטומטי, דרך כללי קיובץ לא רק מזרז את החישובים והכנות הצעאות, אלא גם מפחיתה את הסיכוי לטעויות על ידי צמצום הגורם האנושי, ומספקת הערכת עלות שקופה ומדויקת של הפרויקט.

נקחו בחשבון דרישות מחלוקת ההערכה (שמהן בפועל CAD אם בעת יצירת מודל תלת-ממדי במערכת זה עדין קורה לעיתים רוחקות), ושותם, מזהם של קבוצות רכיבים ותוכנות סיווג שלהם נקבעו כפרמטרים, התואמים למבנים של קבוצות וסוגי ההערכה, או ניתן להעביר את התוכנות הנפקות באופן אוטומטי למערכות ההערכה ללא המרות נוספת.

בצורה של טבלאות-מפורט מפורט אפשר לקבל במהירות נתונים עדכניים על עלות CAD-חילוץ אוטומטי של תוכנות נפחיות מעם הנפקים הפרויקטיים במהלך CAD-על ידי ערך רק קובץ ה (5.21). עבודות ספציפיות ועלות הפרויקט יכולו החישוב או במערכת החישוב, החברה יכולה לחשב במהירות את ההצעה בהתחשב בשינויים האחרונים, מה שمبטיח דיוק גבוהה ועקביות בכל החישובים הבאים.



מוניות אוטומטיות להערכת, מה שמאפשר לחשב מיד את ה

- العلות CAD

 תכונות הנחחים מובלאות או מסדי נתונים של **5.21** אירז. הכלולות של הפרוייקט.

בתנאים של מרכיבות גוברת של פרויקטים קפיטליים, חישוב התקציב המלא וניתוח ה

- העלות

 הכוללת של פרויקטים -

- הופך לכלי מפתח לקבלת החלטות מבוססות - (5.21 אירז) בתרשים כזה

.

יצירת ערך רב יותר באמצעות פרויקטים הוננים (Accenture, 2024) [20] ממחקרים של מmobilitה משולבota באופן פעיל ניתהו נתונים ביוזמות דיגיטליות, תוך שימוש במידע היסטורי כדי להזות ולהיעיל תוצאות. הממחקר מראה שיותר ויותר בעלי-בעליים משתמשים בניטהו נתוני גדולים כדי להזות מגמות שוק ולהעריך את הcadיות המסחרית עוד לפני תחילת התכנון. זה מושג באמצעות ניתוח מאגרי נתונים מתוך תיק הפרוייקטים הקיימים. בנוסף, 79% מבני-הפעלים מיישמים ניתוח חזוי "מהימן" כדי להעריך את היעילות של פרויקטים ולתמוך בקבלת החלטות תפעוליות בזמן אמיתי.

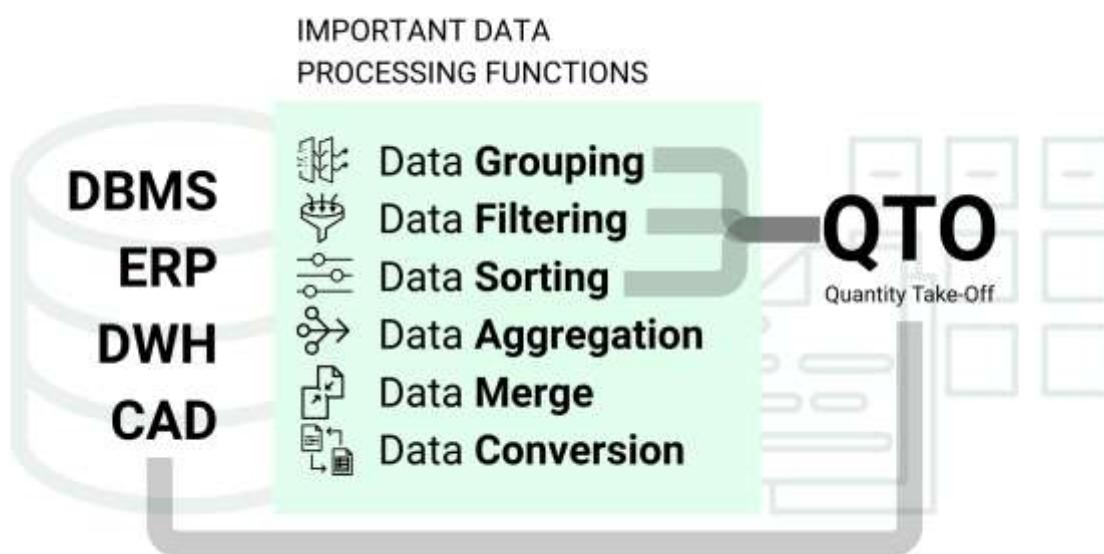
ניהול פרויקטים בנייה יעיל מודרני קשור באופן בלתי נפרד לעיבוד ולניתוח כמותות גדולות של מידע בכל שלב של התכנון ובתהליכיים המקדים את התכנון. השימוש במאגרי נתונים, חישובי משאבים, מודלים חזויים ולמידת מכונה מאפשר לא רק לモזר סיכונים בחישובים, אלא גם לקבל החלטות אסטרטגיות לגבי מימון הפרוייקט בשלב מוקדם של התכנון. על מאגרי הנתונים ומודלי החיזוי, שימושו להשלים את החישובים, נזכר בפרק זה בחלוקת התשיעי של הספר.

הנדרשים להקנת אומדנים, מתחזעת באמצעות כלים, CAD קבלת פרמטרים כמוותים אוטומטיות של רכיבים מפרויקט כלים אלו פועלם על ידי קיבוץ כל האובייקטים של הפרויקט לפי מזהה רכיבים (Quantity Take-Off) QTO לקבוץ CAD. מיחדים או פרמטרים של תכונות רכיבים, תוך שימוש במפרטים ובטבלאות שנוצרו במאגר הנתונים של

קיבוץ נתונים פרויקט לפי תוכנות: (QTO) חישוב כמות

בבנייה מהויה תהליכי של חילוץ מאפיינים (QTO - Quantity Take-Off) החישוב פרמטרים כמותיים וכמות חומרים לעתים קרובות נשאר תהליכי חיצוני, כולל איסוף QTO, כמותיים של רכיבים, הנדרשים לביצוע הפרויקט. בפועל ודגמים דיגיטליים של DWG שרטוטים בפורמט PDF נתונים מקורות שונים: מסמכי CAD.

מתבצע סדרה של פעולות סינון (QTO) תהליכי הערכה הכמותית CAD בעבודה עם נתונים שהופקו ממאגרי נתונים, מיון, קיבוץ ואגירה. רכיבי המודל נבחרים לפי פרמטרים של קטגוריות, סוגים ומעמדות, ולאחר מכן מאפייניהם הכמותיים מושגים (איך?) כמו נפח, שטח, אורך או כמות - מסוכמים בהתאם ללוגיקת החישוב -



קיבוץ וסינון נתונים - אלו הפונקציות הפופולריות ביותר המידועות למאגרי נתונים ולמאגרי נתונים איור.

(סינון וקיבוץ (אפשר לסדר את הנתונים, ליצור מפרטים ולהציג מידע ראשון לחישוב אומדן, רכישות QTO תהליכי הוא סיווג רכיבים לפי סוג המאפיינים הכמותיים הנמודדים. עבור כל QTO וЛОוחות זמינים לביצוע עבודות. הבסיס של רכיב או קבוצת רכיבים נבחר פרמטר מתאים למדידה כמותית. לדוגמה:

- מאפיין אורך (אבן שפה - במטרים)
- מאפיין שטח (עבודות גבס - במטרים רבים)
- מאפיין נפח (עבודות בטון - במטרים מעוקבים)
- מאפיין כמות (חלונות - לפי יחידות)

לעתים קרובות נעשה QTO בנוסף למאפיינים הכמותיים המתקבלים מתמטית על בסיס הגיאומטריה, לאחר קיבוץ שימוש בקואפיציוני עוזף (ראה איור 5.212 לדוגמה, כדי לקחת בחשבון 10% בלוגיטיקה ובתקנה) - ערכיהם מתוקנים, המתחשבים בהפסדים, מאפייני התקנה, האחסן או ההובלה. זה מאפשר לחזות בצורה מדויקת יותר את הצריכה בפועל של חומרים ולהימנע גם מחוסר וגם מעודף במלאי באתר הבניה.

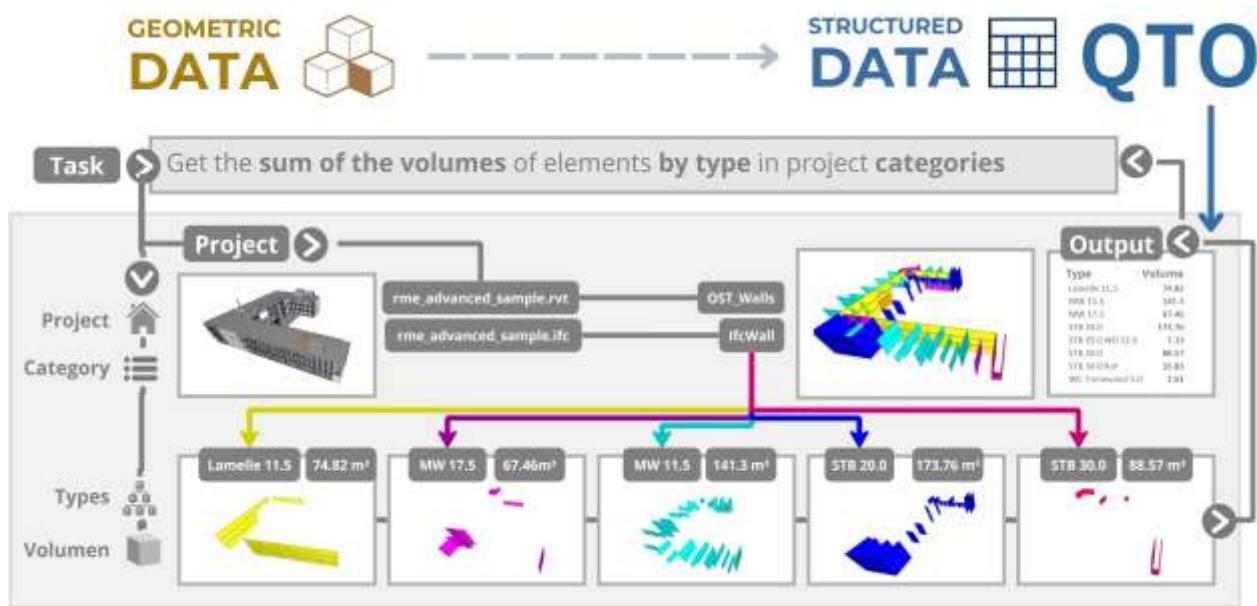
הכרחי להכנת חישובים מדויקים והוצאות מחיר, מפחית את (QTO) תהליך הכימות האוטומטי הגורם האנושי בתהליכיים של מיציאת מאפיינים כמותיים ומונע עודף או חוסר בהזמנה חומריים.

טבלת מפרט של כמותיות לפי סוג CAD נבחן מקרה נפוץ שבו יש להציג מותך מסד הנתונים, QTO כדוגמה לתהליך רכיבים עבור קטגוריה מסוימת, סוג רכיבים. נקבע את כל רכיבי הפרויקט לפי סוגים מותך קטgorיות הקירות של פרויקט (ראה איור 5.23) ו לחבר את מאפייני הכמות עבור כל סוג, כדי להציג את התוצאה בטבלת כמותיות CAD.

(ראה איור CAD טיפוסי) ראה איור 5.23 (כל רכיבי קטgorיות הקירות בתחום מסד הנתונים CAD בדוגמת פרויקט יש להם מאפייני כמות ברורים המוצגים, "Lamelle 11.5", "MW 11.5"- "STB 20.0", סוג קירות, לדוגמה במטרים מעוקבים

המטרה של המנהל, הנמצא בין המעציבים למומחי החישובים, היא לקבל טבלת כמותיות אוטומטית לפי סוג רכיבים בקטgorיה הנבחרת. ולא רק עבור פרויקט ספציפי, אלא גם בצורה אוניברסלית, שניתן ליישם על פרויקטים אחרים עם מבנה מודול דומה. זה מאפשר להרחיב את הגישה ולספק שימוש חזיר בתנונות מלבלי לשכפל באמצעות

חלפו הימים שבהם מנהלי עבודה ומעריכים היו מצוידים בסרגל, מודדים בקפדנות כל קו על גבי נייר או מסורת שלא השתנתה במשך אלפי שנים. עם התפתחות המידול התלת-מדי, שבו - PDF תכניות הגיאומטריה של כל רכיב קשורה ישירות למאפייני הכמות המחשבים אוטומטית, תהליך קביעת הכמותיות הפך לאוטומטי QTO והכמות



מתוך הפרויקט QTO איור 5.23 קיבלת מאפייני הכמות והכמות .

בדוגמה שלנו, המשימה היא "לבחור את קטgorיות הקירות בפרויקט, לקבץ את כל הרכיבים לפי סוג ולהציג את המידע על מאפייני הכמות בפורמט מסודר, טבלאי", כך שטבלה זו תוכל לשמש עשרות מומחים אחרים לחישובי הוצאות מחיר,

לוגיסטיקה, לוחות זמנים ועוד מקרים עסקיים (ראה איור 6.13.).

על הסיבוט CAD לא כל מומחה יכול כיום להשתמש בגישה ישירה למסד הנתונים CAD בשל האופי הסגור של נתוני המבוססים על BIM ופתרונות לבעה זו מפורט בפרק השישי של הספר. (לכן רבים נאלצים לפנות לכלים מיוחדים של ניתון, CAD או שירות בסביבת תוכנת BIM בעבודה עם כלים מיוחדים של BIM [63]. open BIM-one מושגי בדרכים שונות - בהתאם אם נעשה שימוש במסמך ידי (Quantity Take-Off) ליצור את הטבלה עם תוצאות או באוטומציה תוכניתית.

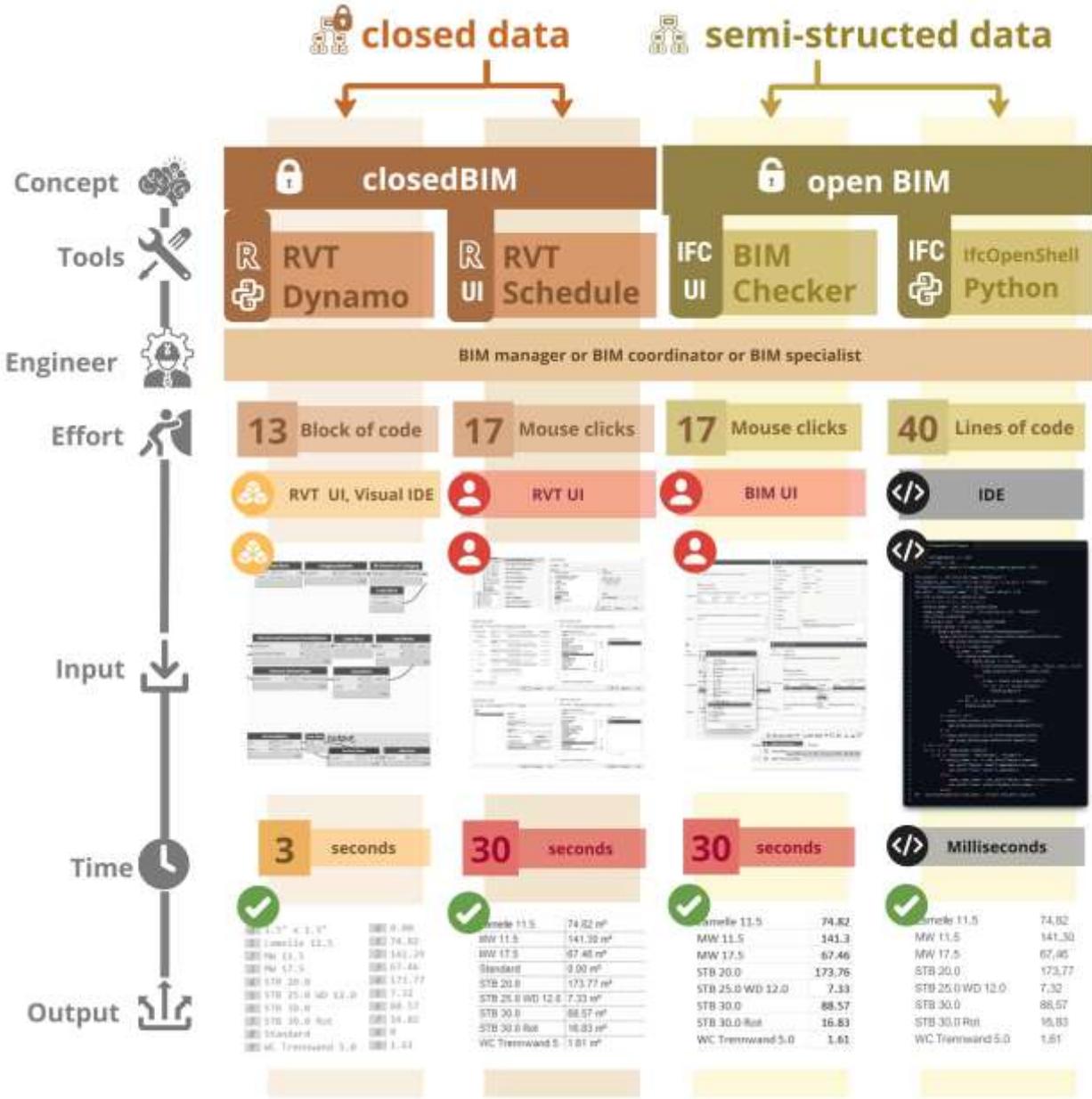
מספיק לבצע כ-17 פעולות (להציגות כפתורים (כדי לקבל, BIM) CAD לדוגמה, באמצעות ממוק המשמש של תוכנת CAD טבלת כמיות תוכנה) איור 5.24. עם זאת, על המשתמש להבין היטב את מבנה המודל ואת הפונקציות של תוכנת (BIM).

מספר הפעולות הידניות CAD בתחום תוכנות API או שעשו שימוש באוטומציה דרך קוד תוכנה או דרך חספינים וכליים: לקבלת טבלאות כמיות מצטמצם, אך יהיה צורך לכתוב בין 40 ל-150 שורות קוד, בהתאם למספרייה או הכלוי בשימוש:

■ QTO אפשרים לקבל טבלת – IfcOpSh (open BIM) או Dynamo IronPython (closed BIM) או CAD או תוכנת מתוך פורטט קוד – כ-40 שורות CAD.

■ IFC_js (open BIM) או IFC. דרוש כ-150 שורות קוד כדי להציג את המאפיינים הcompanities מתוך מודל –

■ מאפשרים להשיג את אותו התוצאה ידנית, תוך 17 להציגות עבר – CAD (BIM) כלים ממשקיים של

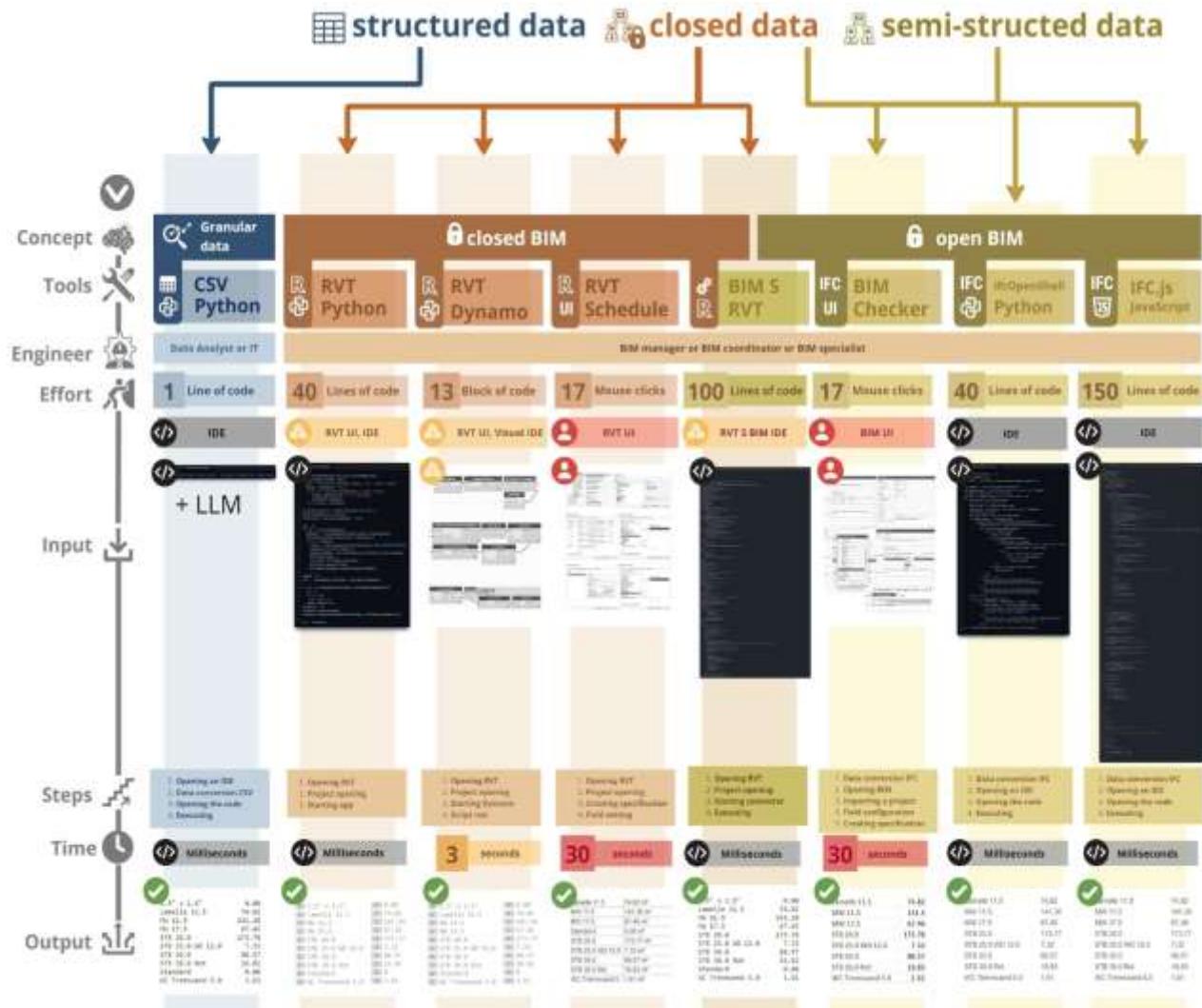


משתמשים בין 40 ל-150 שורות קוד או עשרה להציגו כפתרונות כדי ליצור טבלאות CAD (BIM) או יותר מתקנים ומנהלי QTO.

כחותיאה מכך, התוצאה הסופית היא אותה תוכזהה – טבלה מסודרת עם מאפיינים כמוותים עבור קבוצת אלמנטים הבודל הוא רק במאזן הנדרש וברמת ההכשרה הטכנית הנדרשת מהמשתמש (איור 5.24). הכלים המודרניים, ביחס למפתחים את הסיכון לטעויות. הם מאפשרים QT-QTואיסוף הכמהיות הדני, מאיצים באופן משמעותי תהליכי הלחץ נתונים שירות מתוך מודול הפרויקט, תוך כדי הוצאה הצורך לחשב את הכמהיות ידנית על פי הנסיבות, כפי שנעשה בעבר.

זהה עם QTO ניתן להשיג טבלת – closed BIM או open BIM – ללא קשר לשיטה בה נעשה שימוש – בין אם CAD- (BIM-) כמיות של אלמנטים בפרויקט (איור 5.24). עם זאת, בעובודה עם נתוני פרויקט במושגים של

המציעים על ידי ספקים (איור 3.213). זה יוצר רמות נוספות של תלות API-המשתמשים תלויים בכלים מיוחדים וב-
--ודורש לימוד של סככות נתוניים ייחודיים, תוך כדי האבלת הגישה לנתחונים
ומאפיינים אחרים מקשה על אוטומציה של חישובים וintégrציה QTO השגת TABLES של נתוני CAD
של הפרויקט באמצעות כלים של CAD עם מערכות חיצונית. בעזרת כלים לגישה ישירה לבסיס נתונים והמרת נתוני
זהה תוק שורת קוד QTO (איור 4.113) (ניתן להציג טבלת DataFrame הנדרשה הפוכה לפורמט מובנה פתוחה של
--אחת בלבד (איור 5.25 – אפשרות עם נתונים גרגולריים)



איור 5.25 כלים שונים נתונים מוצאות זהות בזרת TABLES מאפיינים של יישומי הפרויקט, אך עם מאיצים שונים.

CAD (BIM) כמי שהוזכר בפרק "המרת נתונים CAD" נעשה שימוש בנתוני מבנים מותוק פרויקטי מתפתח באופן משמעותי, QTO, לצורת מבנה, "תהליך הקיבוץ".

פתרונות CAD גישות המבוססות על שימוש נתונים מבנים פתוחים או גישה ישירה לבסיס נתונים של מודלי זה מתבססות על כלים מוכחים, אשר כבר בשימוש בתעשייה. BIM מהמוגבלות השיווקיות הקשורות בראשי התיבות ETL) (איור 7.310 אחרות

בהתאם למחקר של מקינזיו "נתונים פתוחים: השיפת הדשנות ופרודוקטיביות באמצעות מידע זורם", שנערך בשנת 2013, השימוש בתנונים פתוחים יכול ליצור הדרמןויות לחיסכון של בין 30 ל-50 מיליארדים דולר בשנה בתכנון, הנדסה, רכש ובניית מתקני אנרגיה. משמעות הדבר היא חיסכון של 15% בעלות ההון לבנייה.

BIM עובודה עם נתונים פתוחים ומוסדרים (גרנוולרים) (מקלה על חיפוש ועיבוד מידע, מפחיתה את התלות בפלטפורמות מיזודות ופותחת את הדרך לאוטומציה מבליל צורך להשתמש במערכות קנייניות או במודלים נתונים פרטוריים ומורכבים CAD. בפורמטים

ונתונים מובנים LLM באמצעות QTO אוטומציה של

המרת נתונים לא מסודרים לצורכי נתונים מסוימת עלה באופן משמעותי תהליכיים שונים: היא מקלה על עיבוד הנתונים ומאייצה את תהליך האימוטה, מה שהופך את הדרישות לבירות ושקיפות, כפי שכבר דיברנו בפרק ל'צורת נתונים פתוחה ומוסדרת מקלה על תהליך קבוצת האטריבוטים (BIM) הקודמים. באופן דומה, המרת נתונים QTO ותהליך ---

אנו CAD נמצאת בצורה מסוימת, וכך כאשר אנו משתמשים בתנונים מסוורים של QTO טבלת האטריבוטים של עובדים עם מודל נתונים אחד, מה שמננה אותנו מהצורך לעסוק בהמרה ובתרגום של מודלי נתונים של פרויקטים וכלי קבוצות לאותו מכנה מסוות. זה מאפשר לקבץ נתונים לפי אטריבוט אחד או יותר באמצעות שורת קוד אחת בלבד שבהם הנתונים מאוחסנים בפורמטים חזי-מוסדרים, פרטוריים או, closed BIM-open BIM-ובן-בו BIM-בניגוד לכך, כדי לתקשר עם הגיאומטריה והמידע API-סגורים, העיבוד דורש عشرות או אפילו מאות שורות קוד, כמו גם שימוש ב-

-האטראיבוטי

LLM של פרויקט מסוים לפי אטריבוט אחד. בקשה טקסטואלית בכל צ'אט QTO דוגמה לkiemoen (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN) או כל אחד אחר:

אני סנן את נתוני הפרויקט כך שיתקבלו אלמנטים – DataFrame בצד CAD ישי לפרויקט מכיל רק את הערך "Type" Type 1".

תוך שימוש ב-Pandas-Python-תהייה בסבירות גבוהה בצורה קוד ב-LLM-התשובה מ



ולקבל את קבוצת האלמנטים "Type" לפי האтриיבוט CAD-מאפשרת לקובץ את כל פרויקט ה-LLM שורה קוד אחת, שנכתבה בעזרת הנדרשת.

את הסכימה ומודל הנתונים, מה שמקוצר LLM-דו-מדי, אין צורך להסביר ל DataFrame בזכות המבנה הפשטוט של שלבי הפרשנות ומציין את יצרת הפתרונות הסופיים. בעבר, כדי לכתוב אפיילו קוד פשוט היה צריך ללמידה שפות מאפשרים להמיר אוטומטית את הלוגיקה של התהיליך לקוד בעבודה (LLM) תכונות, אך כיום מודלים לשוניים מודרניים עם נתונים מסוורים באמצעותTekstopoاليות.

יכולים לחלוטין לשחרר את המומחיים העובדים עם קיבוץ ועיבוד נתונים LLM אוטומציה ומודלים לשוניים ומספקים אפשרות לפתר בעיות BIM מהצורך ללמידה שפות תכונות או כלים של (BIM) CAD.
באמצעות בקשות Tekstopoاليות.

-אותה בקשה - קיבוץ כל האלמנטים של הפרויקט מקטגוריה "קירות" עם חישוב הנפחים לפי כל סוג (ריש 5.25.) Dorashet 17 לחיצות במשק או כתיבת 40 שורות קוד, בכלים לעיבוד נתונים פתוחים (כגון CAD (BIM) אשר בסביבה נראית כמו בקשה פשוטה ואינטואיטיבית) או Pandas SQL.

-בעזרת שורה אחת ב-Pandas:

```
df[df['Category'].isin(['OST_Walls'])].groupby('Type')[['Volume']].sum()
```

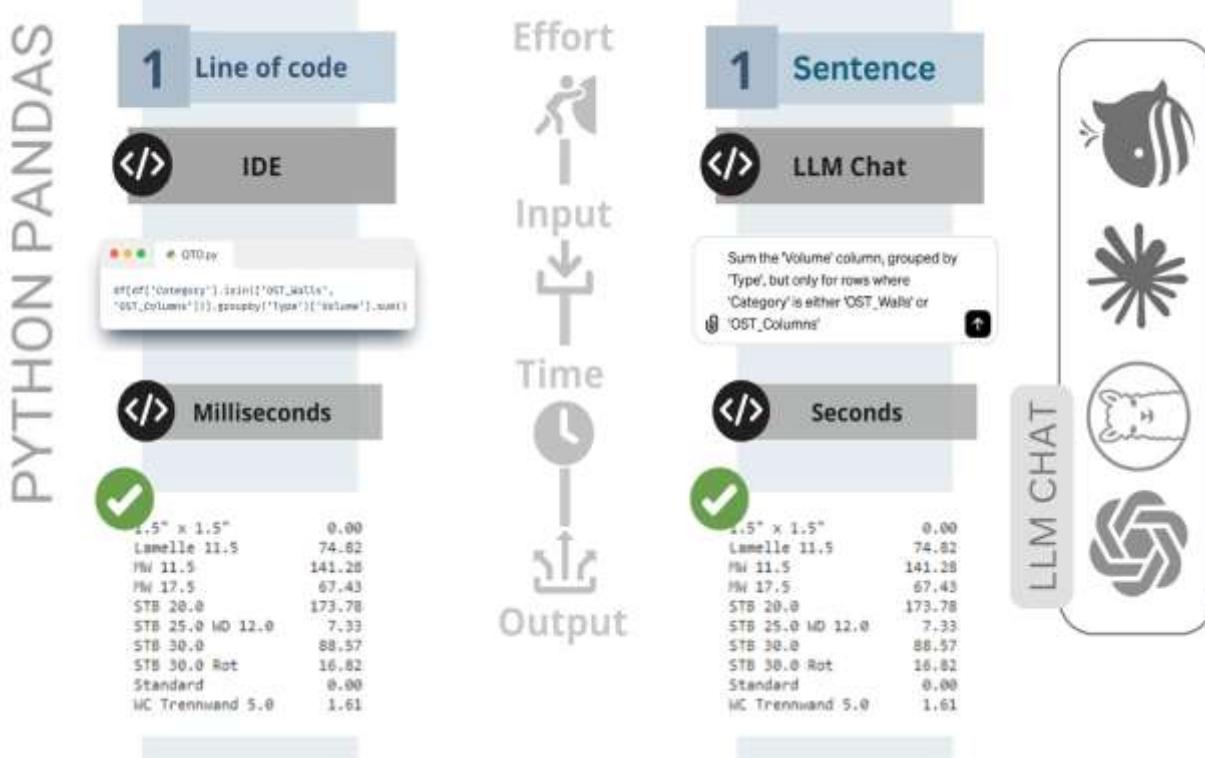
df (DataFrame) פונזה הקוד: קח מטור OST_Walls את האלמנטים שבهم העמודה "קטגוריה" מכילה את הערך "OST_Walls", וסכם עבור הקבוצה שהתקבלת את העמודה "נפח" Type קבץ את כל האלמנטים שהתקבלו לפי העמודה.

SQL בעזרת CAD-קבוץ פרויקט מובנה שהתקבל מ

```
SELECT Type, SUM(Volume) AS TotalVolume FROM elements WHERE Category = 'OST_Walls' GROUP BY Type;
```

■ ניתן לנוסח את הבקשה לקיבוץ בסיס הנתונים של הפרויקט בצורה של פניה טקסטואלית פשוטה LLM בעזרת 5.27(אירור) פרומפט -

אך רק עבור 'Type' של הפרויקט, קבץ את האלמנטים לפי הפרמטר DataFrame עבור סכם 'OST_Walls' או 'OST_Columns'-שווה ל'Category' האלמנטים שבמה הפרמטר ↵ עבור הקבוצה שהתקבלה 'Volume' בבקשת העמודה

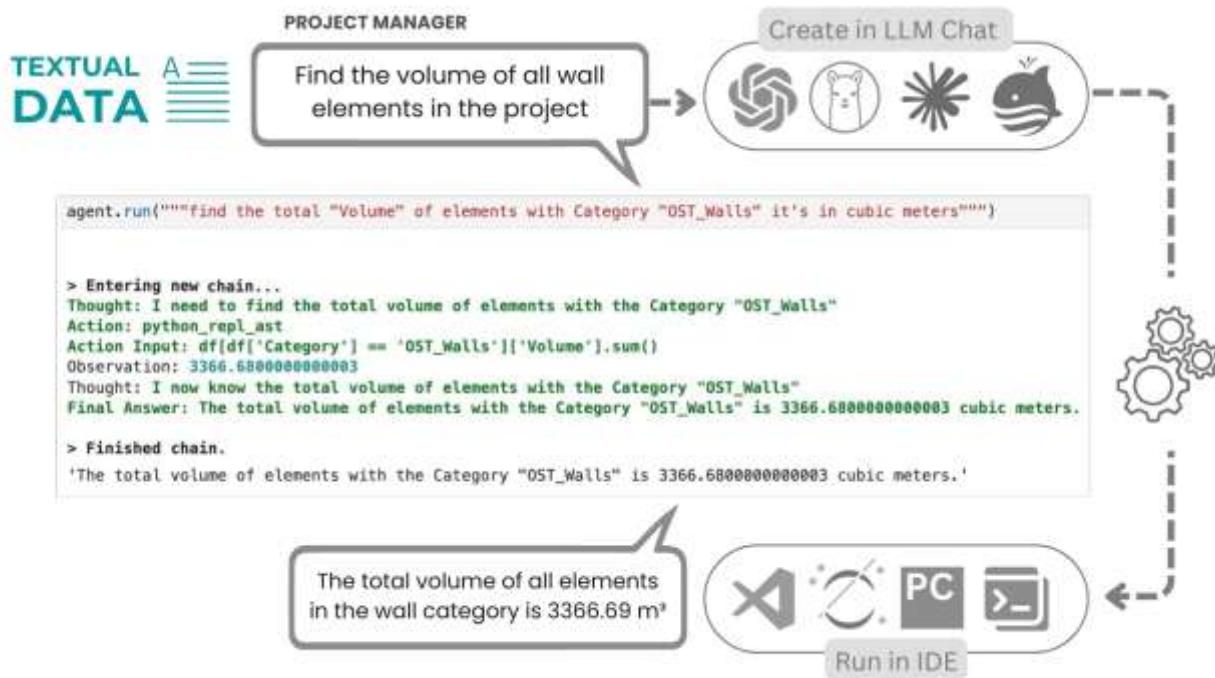


אוטומציה של עיבוד נתונים אפשרית כתעת בעזרת מספר שורות קוד SQL, Pandas-LLM-ו-בזוכות השימוש ב 5.27 אירור ובקשנות טקסטואליות.

משנה באופן דרמטי את השיטות המסורתיות להפקת מידע אטראיבוטיבי, נתונים כמותיים ונפחיים עבור QWEN, Grok, או אובייקטים בודדים וקבוצותיהם.

cut גם מנהלי פרויקטים, מומחים בהערכות או לוגיסטיקה, שאיןם בעלי ידע עמוק בתכנון ואיןם לקבל תוך CAD, יהודיות, יכולם, לאחר גישה לבסיס הנתונים של CAD (BIM) מחזיקים בתוכנות שווייה ספורות את הנפח הכלול של אלמנטים מקטגוריה הקירות או אובייקטים אחרים, פשוט על ידי כתיבה או דיבור של הבקשה.

מעבד את הפניה של המשתמש כדי לישם פונקציה מסוימת על אחד LLM מודל (5.28 אior) בבקשת טקסטואלית מקבל או עמודה-פרמטר חדשה עם LLM או יותר מהפרמטרים – עמודות הטבלה. בתוצאה לכך, המשתמש בשיח עם ערכים חדשים, או ערך ספציפי אחד לאחר הקיבוץ.



בבדיקה עם נתונים מוכנים, מבין מההקשר של הבקשה הטקסטואלית על איזו קיבוץ ואטריבוטים שوال, LLM מודל 5.28 אIOR המשמש.

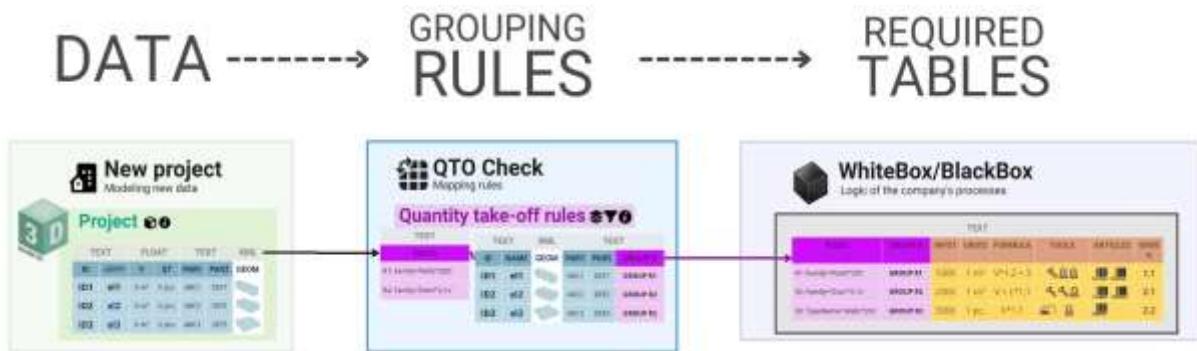
לנתוני (5.27 אIOR) פשיטה QTO אם יש צורך לקבל נתוני נפח רק עבור קבוצה אחת של אלמנטים, מספיק לבצע בקשה עם זאת, בעת חישוב התקציב או ההערכה עבור כל הפרויקט, המורכב ממספר קבוצות של אלמנטים, לעיתים קרובות יש צורך בהפקת מאפיינים עבור כל סוג האלמנטים (קטגוריות), כאשר כל קטגוריה של אלמנטים מעובדת בנפרד – עם קיבוץ לפי האטריבוטים המתאימים.

בפרקטייה של מעריצי עלויות והערכות, נעשה שימוש בכללים אישיים לקיבוץ וחישוב עבור סוגים שונים של Level, Rooms), פרמטר הקיבוץ – אטריבוט) אובייקטים. לדוגמה, חלונות בדרך כלל מקובצים לפי קומות או אזוריים כדי לאוטומט את תħallix הקיבוץ, כללים אלו Material, Type). לפי חומר או סוג בנייה מתוארים מראש בצורה של טבלאות כללים לקיבוץ. טבלאות אלו פועלות כ המגדירים אילו אטריבוטים יש להשתמש בחישובים עבור כל קבוצת אלמנטים בפרויקט.

Excel של כל הפרויקט באמצעות כללים לקבוצות מטבלת QTO חישוב

בפרויקטים בנייה אמיטיים לעיתים קרובות עולה הצורך לבצע ארגזיות על מספר מאפיינים בו זמינות בתחום קבוצה אחת OST_Windows של אלמנטים. לדוגמה, בבדיקה עם הקטגוריה "חלונות" ("אשר המאפיין קטgoria מכל ערכים כמו ניתן לקבץ את האלמנטים לא רק לפי סוג – לדוגמה, לפי הערך בשדה שם הסוג או סוג, – אלא IfcWindows או

גם לפי מאפיינים נוספים, כמו רמת הולכת חום, המצוינה במאפיין המתאים. קיבוץ רב-ממדני כזה מאפשר לקבל תוצאות מדויקות יותר עבור קבוצה ספציפית. באופן דומה, בעת השימוש בקטגוריות של קירות או תקרות ניתן להשתמש בשילובים שרירתיים של מאפיינים — לדוגמה, חומר, רמה, קומה, עמידות באש ופרמטרים נוספים — כמסננים או (ריש) **5.29. קרייטריוני קיבוץ**.



עבור כל קבוצה או קטgorיה של ישוות בפרויקט קיימת נוסחת קיבוץ משלה, המורכבת מאחד או יותר קרייטריונים **5.29.** ריש.

תהליך הגדרת כללי הקיבוץ הלו דומה לתהליך יצירת דרישות נתונים, המתואר בפרק "יצירת דרישות ובדיקה אינטנסיבית" בפרק 4.45. ריש. כללי קיבוץ וחישוב בהתאם למבוקחים את הדיקט, נתונים נטולות מהרלוונטיות של התוצאות לחישוב אוטומטי של מאפיינים סכומיים של כמהו או נפח של קטgorיה ישוות, תוך התחשבות בכל התנאים הנדרשים שיש לקחת בחשבון במהלך החישובים והקלוטות.

הדוגמה הבאה של קוד טבלת הפירוטים כך שהקבוצה הנוחינה המתקבלה מכילה רק את ובו "OST_Windows" או "IfcWindows" הישווות שבחן המאפיין-עמודה "קטgorיה" מכיל ערכים זמניות המאפיין-עמודה "סוג" מכילה את הערך "סוג 1".

של הפרויקט - סנו את הנתונים כך שבקבוצת הנתונים ישארו רק אלמנטים DataFrame ובו זמניות OST_Windows או IfcWindows שבהם המאפיין "קטgorיה" מכיל ערכים ← המאפיין סוג מכיל את הערך "סוג 1"

LLM תשובה:

```
group.py
df[(df['Category'].isin(['OST_Windows', 'IfcWindows'])) & (df['Type'].str.contains("Type 1"))]
```

Create in LLM Chat
Run in IDE

אפשרת לקבץ את כל הישיות שלuproject לפי מספר קriterions Excel, שורה קוד אחת, הדומה להנוכח 5.210. ריש.

ניתן להרצאה 4.113 (ריש) לפורטימ פתחים ומסודרים CAD לאחר המרת נתוני 5.210 (ריש) הקוד המתקבל הפופולריות (סביבות פיתוח משלבות), (עליהם דיברנו קודם, במצב לא מקוון IDE-באחת מה Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA עם Python, JupyterLab Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker.-

בקטgorיה "חלונות" רק עם ערך QTO DataFrame כדי לקבל את הישיותuproject בצורה של LLM-מסום של הולכת חום, אנו יכולים להשתמש בשאלת הבאה ל:

שלuproject - סנן את הנתונים כך שבקבוצת הנתונים ישארו רק רשומות עם DataFrame יש לי
ובו זמינות העמודה, "OST_Windows" או "IfcWindows" קטgorיה, המכילה ערכיהם
ThermalConductivity 0.5

LLM תשובה:

```
group.py
df[(df['Category'].isin(['OST_Windows', 'IfcWindows'])) & (df['ThermalConductivity'] == 0.5)]
```

Create in LLM Chat
Run in IDE

עבור מספרuprojectים בו זמינה QTO אפשרות 실행 השאלות פשוטה של 5.211. ריש.

נעשה שימוש בתנאי לוגי "&" כדי לשלב בין שני קритריונים: ערך הולכת (5.211 ריש) MLL-בתשובה שהתקבלה מבודקת אם הערך של המאפיין-עמודה "קטgorיה" נמצא "חוץ" החום והשתיקות לאחת משתי הקטגוריות. השיטה
-ברשימה שניתנה

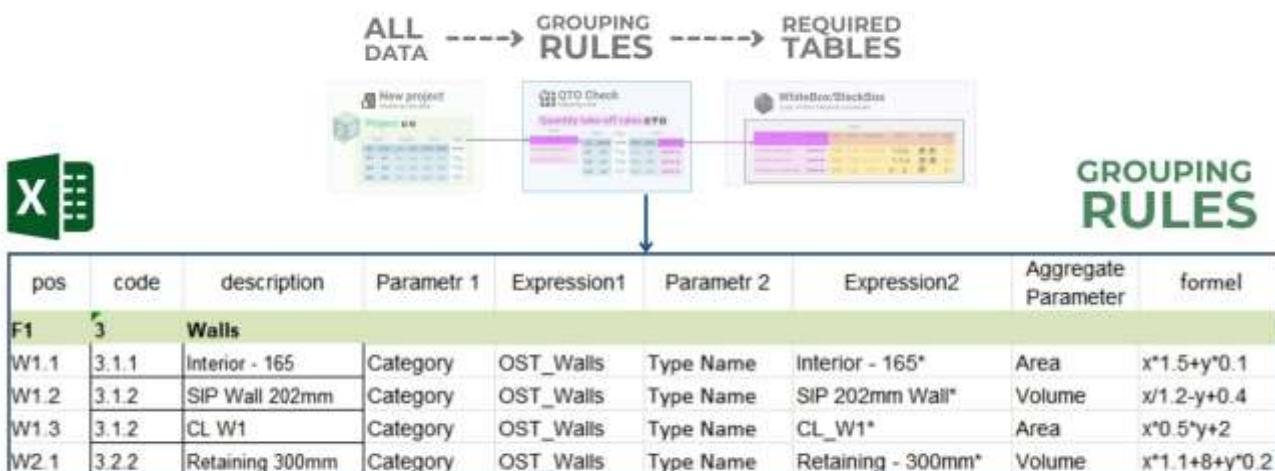
בפרויקטים עם מספר רב של קבוצות רכיבים, עם לוגיקה שונה של קיבוץ - עברו כל קטgorית ישויות בפרויקט (למשל חלונות, דלתות, תקרות (יש לקבוע כללים קיבוץ אישיים, שיכולים לכלול גורמים נוספים או נוסחים או סופיות לחישוב הגורמים (של נפח הקבוצה עצמה ועוד א' למשל ערך „formel“ מאפיין 5.212 איר) מאפיינים. נוסחים אלו מתחשבים בתכונות הייחודיות של כל קבוצה, למשל

■ אחזים נוספים לנפח החומר לצורכי התהשבות בהוצאות יתר

■ כמות חומר נוספת קבועה

■ תיקונים הקשורים לsicונים אפשריים ולשגיאות היישוב בצורה של נוסחים

לאחר שנוסחו הכללי הסינון והקיבוץ בצורה של נוסחים פרמטרים עברו כל קטgorית רכיבים, ניתן לשמור אותם בצורה שמירה כללים אלו בצורה מסודרת אפשרית אוטומטית (5.212 איר) Excel של טבלה שורתית - למשל, בפורמט מלאה של תהליך חילוץ, סינון וקיבוץ נתוני הפרויקט. במקרה לכתוב ידנית מספר רב של שאלות נפרדות, המערכת פשוט קוראת את טבלת הפרמטרים ומימושת את הכללים המתאימים על המודל (הDATAה פרימס הכללי של הפרויקט) (איר 4.113) סופיות עברו כל קטgorיה רכיבים בפרויקט QTO ומביאה לייצרת טבלאות,



קובעת את כללי קיבוץ רכיבי הפרויקט, ובطיבה כמות ונפח מדוקים עבור כל קטgorיה QTO טבלת קיבוץ מאפייני 5.212 איר.

הכללים שנאספו יאפשרו לקבץ את כל הפרויקט ולבצע את כל החישובים הנדרשים, כולל תיקון מאפייני הנפח. כתוצאה לכך, הנפחים מתואימים ל"נפח אמיתי", אשר משמש לחישובים ולחישובות, ולא אלו שהיו בתחילת שלב התכנון במודול CAD.

אוטומטיות עבור כל הפרויקט, האפליקציה צריכה לעבור על כל הקטגוריות QTO במהלך ייצור טבלאות של טבלת כללי הקיבוץ, לקחת את מאפייני הקיבוץ, לקבץ על פיהם את כל רכיבי הפרויקט ולאגד את מאפיין הנפח עבור קבוצה זו, בנוסף להכפיל אותו בגורם או גורם מבahir.

ותבלת (5.212 אior) לכותב עבורנו קוד לפתורנו זהה, שבו הקוד יטען שתי טבלאות - טבלה כללי הקיבוץ LLM-נקש מ, ולאחר מכן יישם את כללי הקיבוץ, יקבע את הרכבים בהתאם לכללים שנקבעו, (4.113 אior) נתוני הפרויקט עצמו --. חדש Excel יחשב עריכים מצטברים וישמור את התוצאות בקובץ

LLM שלחו בקשה טקסטואלית בדף של ?

ולאחר מכן "basic_sample_project.xlsx", אני צריך קוד לקרוא נתוני הפרויקט מקובץ 'Parameter 1' על פייהם לקבוע את כל הנתונים לפי "Grouping_rules_QTO.xlsx"-כללים מ-'Parameter 2', 'Aggregate Parameter', 'Expression2', לאגד, 'Expression2'-'Formel1' ולשמור את טבלת QTQ_table2.xlsx'-'QTQ_table2.xlsx'-

LLM תשובה ?

```

1 import pandas as pd
2
3 # Reading CSV and Excel files with project data and grouping rules respectively
4 df = pd.read_csv('../input/rac_basic_sample_project.xlsx', low_memory=False)
5 df_qto = pd.read_excel('../input//Grouping_rules_QTO.xlsx', header=0, skiprows=[1])
6
7 # Cleaning numerical columns in the dataframe by removing non-numeric characters
8 numeric_cols = ['Area', 'Volume', 'Depth', 'Width', 'Length', 'Perimeter']
9 df[numeric_cols] = df[numeric_cols]
10 df.apply(lambda col: pd.to_numeric(col.astype(str).str.extract('(\d+\.\d+)|(\d)').fillna(0)))
11
12 # Define a function to process each row in the grouping rules dataframe
13 def process_row(row):
14     # Group by specified parameters and calculate sum and count for the aggregate parameter
15     group = df.groupby([row["Parameter 1"], row["Parameter 2"]])
16     if row["Aggregate Parameter"] == "sum":
17         group = group[group.index.get_level_values(1).str.contains(row["Expression2"], regex=True)]
18
19     # Perform calculation defined in the rules
20     group['After_Calculation'] = eval(row["formel"], {'x': group['sum'], 'y': group['count']})
21
22     return group.reset_index()
23
24 # Apply the function to each row in the grouping rules dataframe and concatenate the results
25 dfgroups = pd.concat([process_row(row) for _, row in df_qto.iterrows()]).reset_index(drop=True)
26
27 # Save the processed data to an Excel file using the OpenPyXL engine
28 dfgroups.to_excel('QTQ_table2.xlsx', engine='openpyxl', index=False)

```

-מקבץ אומם בהתאם לכללים שנקבעו ב CAD מעדכ את נתוני הפרויקט מתוך פרויקט Excel.

תהייה טבלת קבוצות-ישויות, אשר מכילה לא רק מאפיינים מצטברים (5.213 אior) התוצאה הסופית של ביצוע הקוד אלא גם מאפיין חדש של נפח אמיתי, המתחשב בכל הדרישות לצירמת הישובים, (BIM-CAD-) של נפח המודל המקורי (5.214).-

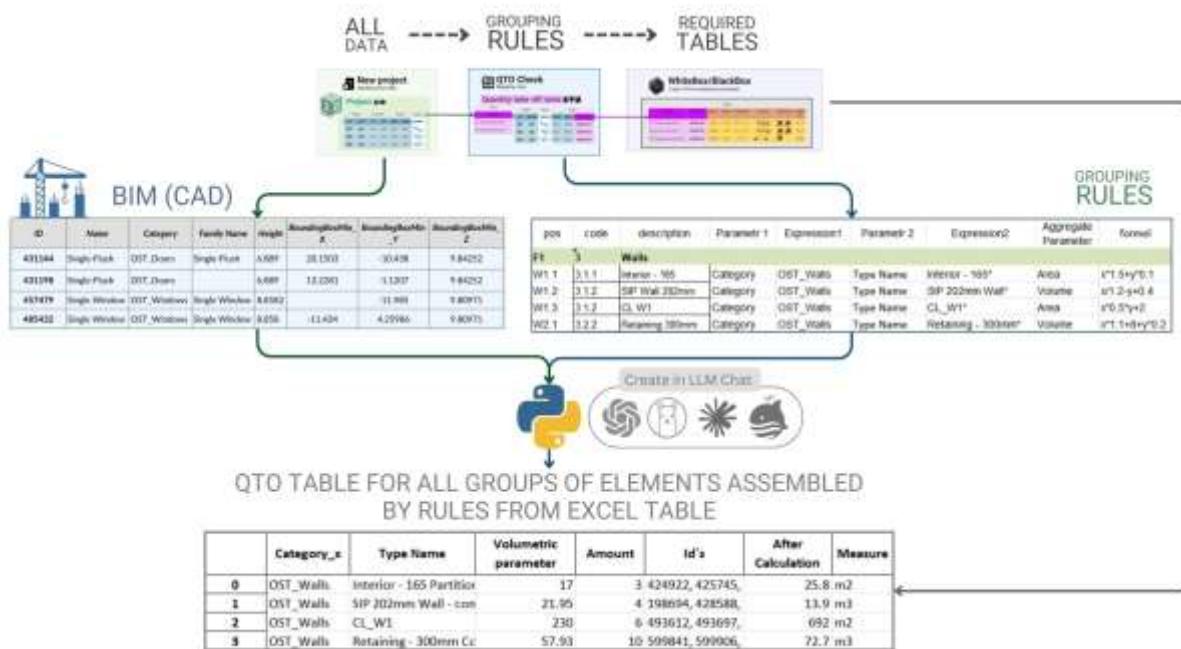


QTO TABLE FOR ALL GROUPS OF ELEMENTS ASSEMBLED BY RULES FROM EXCEL TABLE

	Category_x	Type Name	Volumetric parameter	Amount	Id's	After Calculation	Measure
0	OST_Walls	Interior - 165 Partition		17	3 424922, 425745,	25.8 m2	
1	OST_Walls	SIP 202mm Wall - con		21.95	4 198694, 428588,	13.9 m3	
2	OST_Walls	CL_W1		230	6 493612, 493697,	692 m2	
3	OST_Walls	Retaining - 300mm Cc		57.93	10 599841, 599906,	72.7 m3	

מאפיין "לאחר חישוב" מהתוסף לטבלה הסינומית לאחר ביצוע הקוד, אשר יחשב אוטומטית את הנפה האמתי 5.214 אוור.

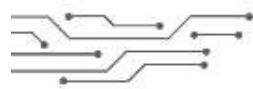
הפופולריות (עליהם דיברנו קודם (וניתן לישם קוד זה על IDE-ינו ניתן להרצאה באחת מה (5.213 אוור) הקוד שהתקבל בין אם מדובר בכמה פרויקטים, (veau DGN, NWS, DWG, IFC, RVT), כל כמות של פרויקטים קיימים או חדשים (5.215).-



דרך כלליים מתוך **QTO** עם טבלאות **BIM (CAD)**-תהליך הארגון האוטומטי של נתוני הבניה מקשר את נתוני ה 5.215 אוור **Excel** גילוון אלקטרוני של.

אפשר אוטומציה מלאה של איסוף נתונים על (5.215 אוור) תהליכי האיסוף המותאם והמודגר של נתונים כמותיים מאפיינים כמותיים ונפחיים של רכיבי הפרויקט לצורך עבודה נוספת נספה איתם, כולל הערכת עלויות, לוגיסטיקה, לוחות זמנים וחישוב טביעה רgel פחמנית ומשימות אנליטיות אחרות.

לאחר שלמדנו על הכלים המאפשרים לארגן ולמין קבוצות של רכיבי פרויקט לפי קритריונים מסוימים, אנו מוכניםעת לשלב את הפרויקטים הממוניים והמנוטרים עם חישובים שונים ותספרי עסק של החברה.

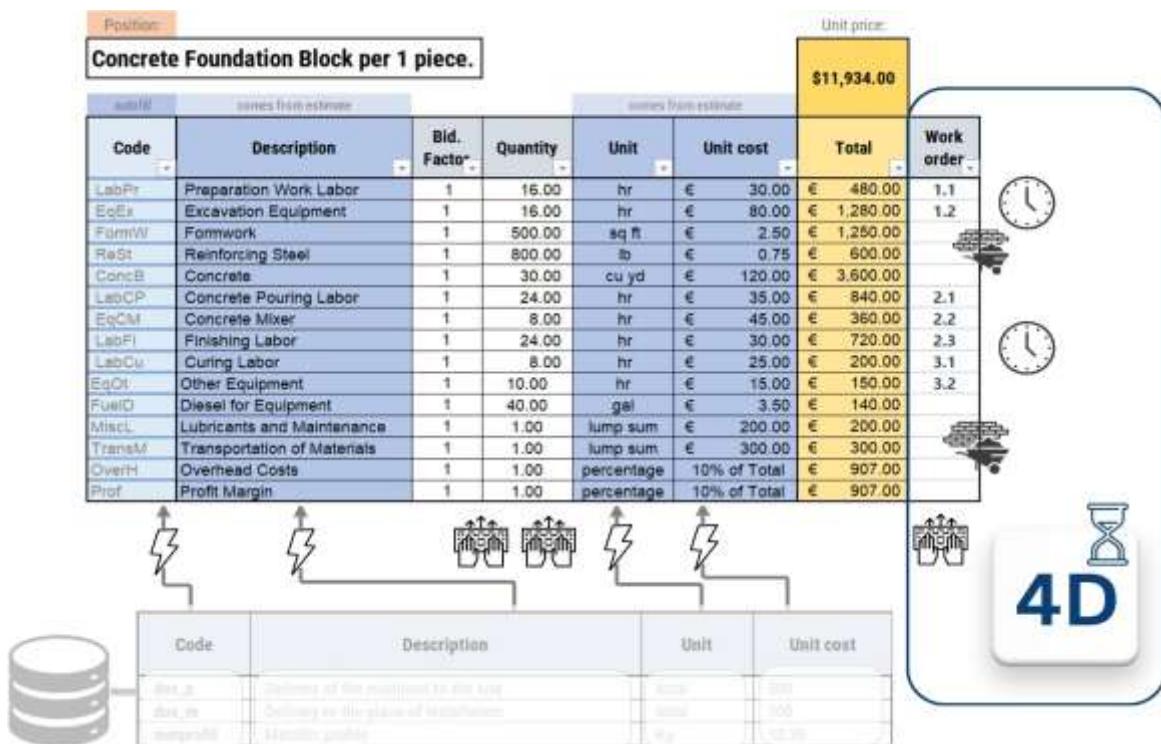


פרק 5.3. CO₂ וחיישוב פליטתות פחמן דו-חמצני 4D, 6D-8D

שילוב זמן בהערכתות בניה: מודול 4

— מעבר לחיישוב העליות, אחד הכוונים המרכזיים של שימוש בנתוני פרויקטים בבניה הוא קביעת פרמטרים זמניים הנ' עבר פעולות בניה בזדדות והן עבר הפרויקט כולו. לצורך חישוב אוטומטי של מועדים והכנה להזמנים לביצוע עבודות, לעיתים קרובות נעשה שימוש בשיטת הערכת משאבים ובסיס הנתונים הקשור לכך, אשר נבחן בפרק בפרק ".הקדם" חישובים והערכתות עבור פרויקטים בניה.

במסגרת הגישה המשאבית, גלקחים בחשבון לא רק העליות של חומרים, אלא גם משאבים זמניים. בעת הכנת חישובים וכן לצין את כמות הזמן ("פרמטר סדר עבודה – 5.31 איור) ניתן להציג לכל תהליך מאפיין של סדר ביצוע עבודות והעלות הקשורה לביצוע תחילך זה. פרמטרים אלה החובים במיוחד לתיאור פעולות שאין להן מחיר שוק קבוע ואין ניתנות לרכישה ישירה – כמו שימוש בצד בניה, תעסוקת עובדים או תהליכי לוגיסטיקה (שבדרך כלל מתבאים בשעות). במקרים כאלה, הערות נקבעת לא על ידי מחלוקת הרכישות, אלא שירות על ידי החברה המבצעת על בסיס (5.31 איור) תקנים פנימיים או תעריפים יוצרים.



חישובי עבודות בשיטת הערכת משאבים כוללים את זמן העבודה 5.31 איור.

כך, בחישובים ברמת ההערכתות נכללים לא רק העליות של דלק וחומרים (עלות רכישה, (אלא גם זמן העבודה של תבלת העליות מייצגת את חישוב העלות, (5.31 איור) מפעלים, ציוד ועובדים נוספים באטר הבניה. בדוגמה המוצגת של התקנת בлок יסוד, כולל שלבי עבודה מרכיבים, כמו הכנה, התקנת שלד ויציקת בטון, כמו גם חומרים וזמן עבודה נדרשים. במקביל, פעולות מסוימות, כמו עבודות הכנה, עשויות לא לכלול עלויות חומריות, אך להכיל עלויות זמן משמעותיות, המובאות בשעות אדם.

לתוכנן רצף העבודות (לוח הזמנים של העבודות (באתר הבניה, מוסיפים ידנית לטבלת החישוב את המאפיין "הזמןת העבודה) "איור 5.31). הוא מציין ב العمدة נספה רק עבור פריטים שהיחידה שלהם נמדדת בזמן (שעה, יום). מאפיין זה משלים את קוד העבודה, התיאור, הנקודות, יחידת המדידה (פרמטר "יחידה" והעלויות. הרץ המספרי (פרמטר "הזמןת עבודה (של העבודות מאפשר סדר ביצוע המשימות באתר הבניה ולהשתמש בו בעת הכנת לוח הזמנים -).

לוח זמנים לבניה ואוטומציה שלו על בסיס נתוני חישוב

לוח הבניה הוא ייצוג חזותי של תוכנית ביצוע העבודות והמשאים שצרכיים להתבצע במסגרת יישום הפרויקט. הוא נוצר על בסיס חישובי משאים מפורטים (איור 5.31), כאשר כל משימה-עבודה מפורטת, בנוסף למשאים, גם בזמן ובסדר.

בניגוד לגישות מוצעות, שבו חישובי הזמן מבוססים על כמות שעות טיפוסית לתקנת חומרים או ציוד, בשיטת המשאים הנקן מתבסס על נתונים ממשיים המוטמעים בחישוב. כל פריט בהצעת המחיר, הקשור להוצאות עבודה מתבסס על לוח שנה המחשב את תנאי השימוש האמתיים במשאים במהלך התקופה העבודה. התאמות שעות הייצור באמצעות מקדים ברמת החישוב (איור 5.31 פרמטר "מקדמי הצעה", "אפשרה לחתה בחישוב הבדלים בפרודוקטיביות ותנאים עונתיים המשפיעים על זמני ביצוע העבודות.

כדי לקבוע את תאריכי התחלה וסיום של התהליך עבור לוח הבניה על גבי תרשימים גנטה, אנו לוקחים את ערכי מאפיין הזמן עבור כל פריט מתוך חישוב הבלוקים הבסיסיים ומכפילים אותם בכמות הבלוקים (במקרה זה כמות הבלוקים הבטוניים). (חישוב זה נותן את משך כל משימה. לאחר מכן אנו מציבים את משכי הזמן הללו על ציר הזמן, החל מתאריך התחלה של הפרויקט, כדי לבנות את הלוח, ובסופה של דבר מתקבלים ייצוג חזותי המראה מתי כל משימה צריכה להתחילה ולהסתיים. פרמטר "זמןת עבודה" בתהליכיים מאפשר לנו בנוסף להבין אם התהליך מתבצע במקביל ("זמןת עבודה" 1.1-1.1 (או בסדר 1.1-1.2).

תרשיים גנטה הוא כלי גרפי לתכנון וניהול פרויקטים, המציג משימות בצורה של פסים אופקיים על ציר הזמן. כל פס מציג את משך ביצוע המשימה, את תחילתה ואת סיוםה.

לוח העבודות, או תרשימים גנטה, מסיע למנהל הפרויקט ולעובדים להבין בצורה ברורה מתי ובאיזה סדר יש לבצע את שלבי הבניה השונים, תוך הבנת שימוש יעיל במשאים ושמירה על לוחות הזמנים.

נניח תקנית עבודה לתקנת שלושה בלוקים בטוניים בסיסיים מתוך הטבלה לעיל. באמצעות תקנת 3 פריטי הבלוק הבסיסי, למשל, ל-1-LLM-טבלת העליות (איור 5.31 (מהזוגמה לעיל, נבקש מ-2024.

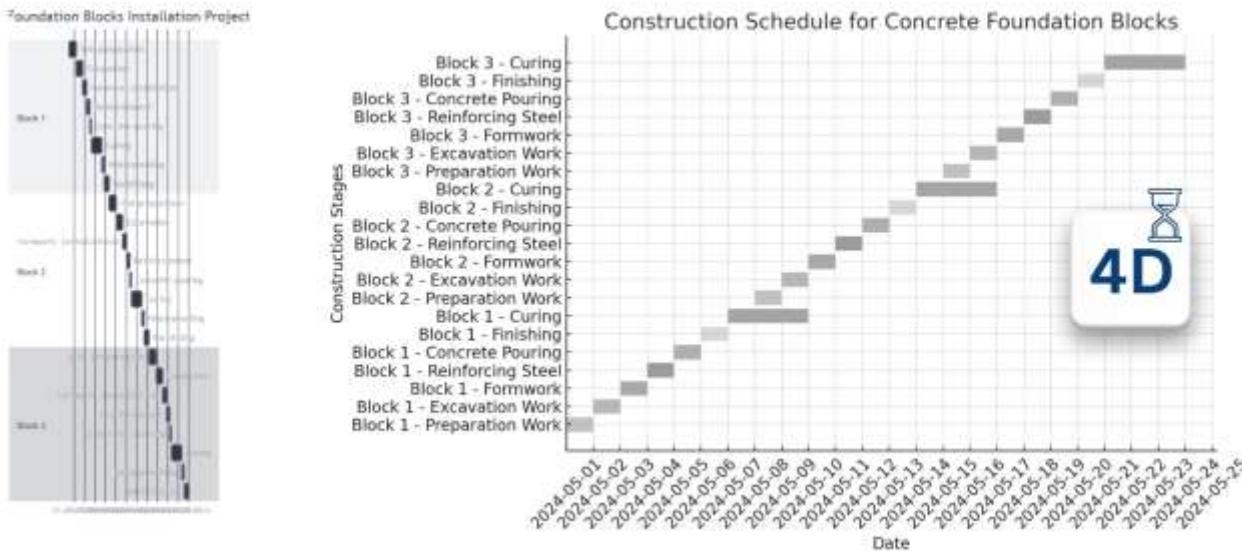
או פשוט להדק צילום מסך XLSX אנו יכולים להעלות את טבלת החישוב בפורמט LLM-כדי לשולח את החישוב לימצא בעצמו את הספרייה להמחשת LLM (איור 5.31). LLM ישרوت בצד'ט של JPEG של טבלת החישוב בפורמט התמונה של הטבלה, וכאשר הוא יכפיל את מאפייני הזמן של העבודות מהטבלה ב__.___, הוא יסכם את כל הנתונים בלוח - הזמן.

LLM: לוחם בקשה טקסטואלית ל

צור תרשימים עבודה לצורך תרשימים גנטה תוך שימוש בערכיים מהטבלה הקשורים לזמן (איור 5.31) בהוספה (להתקנת 3 בלוקי יסוד. העבודה על כל בלוק מתבצעת באופן סדרתי. התחלת JPEG-כ-העבודה נקבעה ל-01/05/2024).

01/05/2024-העבודה נקבעה ל-

LLM תשובה:

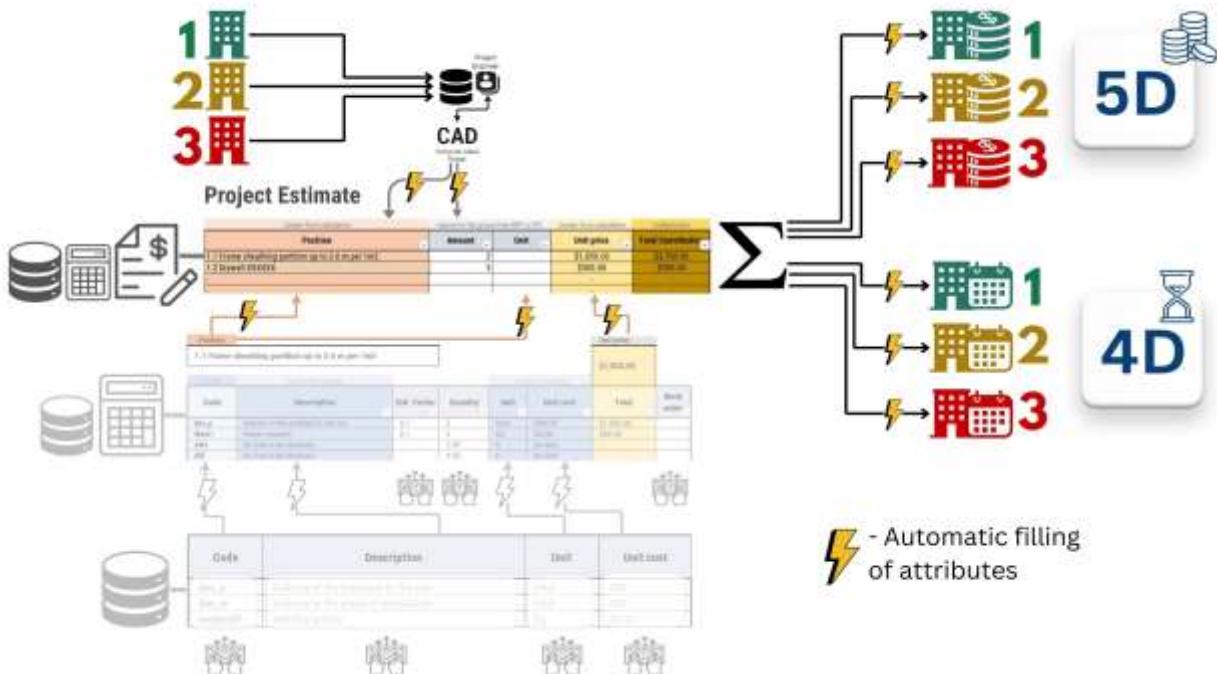


מציג את שלבי הבניה של שלושה בלוקי בטון, בהתאם לתנאים איור 5.32 תרשימים גנטה שנוצרו אוטומטית על ידי מסך מההנחייה.

התרשימים שהתקבלו (איור 5.32) מראה תרשימים זמני, שבו כל פס אופקי תואם לשלב מסוים בביוץ העבודה על בלוק היסוד ומדגים את רצף הפעולות (פרמטר "סדר עבודה", "כגון הכנה, עבודה עפר, התקנת קונסטרוקציה, חיזוק, יצקת בטון ועיבוד סופי, ככלומר התהליכיים שיש להם פרמטרים זמינים מלאים ורצף בחישובים).

תרשים דומה (איור 5.32) אינו לוקח בחשבון מגבלות הקשורות לימי עבודה, משמרות או תקני שעות עבודה, והוא מיועד אך ורק להמחשה קונספטואלית של התהליך. ניתן להוסיף לתוכנית מדיקת שתשקרו את המקבילות העבודה על ידי הנחיות מתאימות או הנחיות נוספות בתחום ה-է'אט.

באמצעות חישוב עלויות אחד (איור 5.31), (בזכות מאפייני הנפחים מהגיאומטריה התלת-ממדית, ניתן להעריך אוטומטית גם את עלות הפרויקט דרך אומדנים אוטומטיים וגם לחשב במקביל את המאפיינים הזמינים של הקבוצות בצורה של -טבלאות או תרשימים עבור אפשרויות שונות של הפרויקט) (איור 5.33).



איור 5.33 חישוב אוטומטי, מאפשר לחזות מידית ואוטומטית את העלות והזמן עבור אפשרויות שונות של הפרויקט.

ומשתמשות בשיטות חישוב CAD מודולריות מודרניות (איור 5.44, (טענות נתונם ממודלים ERP מערכות אוטומטיות דומות, שmphיות באופן משמעותי את תהליך קבלת החלטות. זה מאפשר לתכנן מיד ובתשומת לב למחירים אמיטיים בקרה מדויקת את לוחות הזמן של העבודה ולהשאבת הזמן הכלול הנדרש לביצוע כל המשימות במהלך -**הישום הפרויקט**.

6-8D-שכבות תוכנה מורחבות: עד אבטחה בטיחות ארגנטית

המ רמות מורחבות של מודל מידע, שככל אחת מהן מוסיפה שכבות נוספות למאפיינים למודל המידע 6D, 7D, 8D, הכלול של הפרויקט, שהבסיס שלו הוא מאפייני המודל התלת-מדי עם הכמות והנפח שלהם. כל רמה נוספת מוסיפה פרמטרים ספציפיים הנדרשים לקיבוץ או זיהוי מאוחר יותר במערכות אחרות, כמו למשל מערכות ניהול נכסים (PMS), ומערכות ניהול בטיחות (CPM) ניהול פרויקטים בבנייה (CAFM), ניהול אוטומטי של מתקנים (SMS).



במודל המידע המידע מרחיבים את ההתבוננות בהיבטים שונים של הפרויקט, מהטייעולות 6D-8D, 7D או 5.34 מאפייני ארגטיה ועד בטיחות.

בנוסף למסד הנתונים של הפרויקט (או מסגרת הנתונים) (אIOR 4.113) (עמ' מאפיינים גיאומטריים, D-6 ונקודות של רכיבים, מתווספת מידע מאפיינים-עמודות על קיימות סביבתיות. זה כולל מידע הקשור להטייעולות אנרגטית, טביות רgel פחמנית, אפשרות למחזור מחדש של חומרים ושימוש בטכנולוגיות ידידותיות לסביבה. נתונים אלה מאפשרים להעריך את השפעת הפרויקט על הסביבה, ליעיל את החלטות (ESG) התכנוניות ולהציג את מטרות הקיימות).

תכנונות משלימות תכונות הנדרשות לניהול תפעול הבניין. אלו נתונים עלلوحות זמנים של תחזקה, אורך 7D חי רכיבים, תיעוד טכני והיסטורית תיקוניים. סט מידע כזה מאפשר אינטגרציה של המודל עם מערכות תפעול אפשר תכנוןiesel של תחזקה, החלפת ציוד וספק תמיכה לאורך כל מחזור חי (CAFM, AMS). הפרויקט.

שכבות תוכנות נוספות כוללות מידע הקשור לבטיחות - הן בשלב הבניה והן במהלך התפעול שלאחר מכון 8D למודל מתווספות אמצעים להבטחת בטיחות העובדים, הוראות לפעולת במצבים חירום, דרישות למערכות פנוי והגנה מפני אש. אינטגרציה של נתונים הדיגיטלי מסייעת לקחת בחשבון סיכונים מראש ולפתח פתרונות ארכיטקטוניים, הנדסיים וארגוני חוק התחשבות בדרישות של בטיחות ובריאות בעבודה.

5.35) מיצגות תוכנות נוספות נספוחות בצוות עמודות עם ערכים מלאים עד 8D בצד שמאל של טבלה, השכבות מ-3, כדוגמת שם, קטגוריה, סוג ומאפיינים תלת-מדדיים. הערכים בשכבות התוכונה, שנוספו לתכונות המלאות של מודל ה-3, מכילים נתונים טקסטואליים וdigיטליים נוספים, כגון אחזו מיזור, טביות רgel פחמנית, תקופת אחריות 6D-8D, 7D או 8D. מחזור החלפה, תאrik התקנה, פרוטוקולי בטיחות וכו'.

ID	Type Name	Width	Length	Recyclability	Carbon Footprint	Warranty Period	Replacement Cycle	Maintenance Schedule	Installation Date	Wellbeing Factors	Safety Protocols
W-NEW	Window	120 cm	-	90%	1622 kgCO ₂ e	8 years	20 years	Annual	-mon	XYZ Windows	ISO 45001
W-OLD1	Window	100 cm	140 cm	90%	1522 kgCO ₂ e	8 years	15 years	Biannual	08/22/2024	XYZ Windows	OSHA Standard
W-OLD2	Window	110 cm	160 cm	90%	1522 kgCO ₂ e	-	15 years	Biannual	08/24/2024	????	OSHA Standard
D-122	Door	90 cm	210 cm	100%	1322 kgCO ₂ e	15 years	25 years	Biennial	08/25/2024	Doors Ltd.	OSHA Standard

מוסיפים שכבות תכונה למודל המידע הדיגיטלי, שכבר מכיל תכונות גיאומטריות ותלת-ממדיות מתוך מודל 6D-8D אior 5.35 3-hD.

הבאות D-8D יכול לכלול את התכונות 3 (5.35 W-NEW אior 4.41) רכיב עם מזזה (4.41 אIOR) עברו החלון החדש שלנו

מידע גיאומטרי המתתקבל ממערכאות – D-תכונות 3:

"שם סוג - רכיב" חלון ■

רוחב - 120 ס"מ ■

תכונה "Bounding Box" של הרכיב או את "גיאומטריה" BREP / MESH בנוסף ניתן להוסיף נקודות נפרדת ■

קיימות סביבתיות – D-תכונות 6:

מדד "מייזוריות" - 90% ■

טביעה רגל פחמנית - 1622 ק"ג ■

נתוני ניהול נכסים – D-תכונות 7:

תקופת אחריות - 8 שנים ■

מחזור החלפה - 20 שנים ■

תחזוקה - נדרש מדי שנה ■

הבטחת שימוש וביצוע בטוח של בניינים – D-תכונות 8:

"XYZ Windows" חלון "הותקן" - על ידי חברת ■

"ISO 45001-תקן בטיחות" - תואם ל ■

נחותים למומחים בחלוקת שונות לצורך מיוון (5.35 אIOR) כל הפרמטרים שנרשמו בסיס הנתונים או בסט הנתונים היפוך או היישום. תיאור רב-ממדי כזה של אובייקט הפרויקט על בסיס תכונות מאפשר לקבל תמונה מלאה על מהזור

חייהם, דרישות הפעוליות ורבים אחרים, הנדרשים בתכנון, בניה ותפעול הפרויקט.

וחישוב פליטות חמוץ דו-חמצני בפרויקטם בבויה CO₂ הערכה

בבנייה המודרנית מושם דגש מיוחד על הקיימות הסביבתיות של הפרויקטם בנייה בשלב 6 המתרחשות בשלבי CO₂ הפרויקטם, כאשר אחד ההיבטים המרכזיים הוא הערכה ומזעור של פליטות חמוץ דו-חמצני -מחוזר חyi הפרויקט (למשל, במהלך הייצור וההתקנה)

הערכתה וחישוב פליטות חמוץ של חומרי הבניין הוא תהליך שבו הפליטות הכוללות של הפחמן נקבעות על ידי הכפלת מאפיינים מסוימים של רכיבים או קבוצת רכיבים בשימוש בפרויקט, עם מקדם פליטה מתאים לקטגוריה זו.

סביבתיים, חברתיים) ESG התחשבות בפליטות חמוץ בהערכתה פרויקטים בנייה, כחלק מהקריטריונים הרחבים יותר של מנהליים, (מוסיפה רמה חדשה לניתוח המקייף. זה חשוב במיוחד עבור הלקו-משקיע בעת קבלת תעודה מתאימה, כמו שיטת הערכת הסביבה של המxon לחקר הבניין (או BREEAM®), (מנהיגות אנרגיה ועיצוב סביבתי) DGNB® (חברה הגרמנית לבנייה בת קיימא). (קבלת אחת מהתעודות הללו יכולה להעלות באופן משמעותי את איכות האטרקטיביות בשוק של הנכס, לפשט את תהליך ההפעלה ולהבטיח עמידה בדרישות השוכרים המקוריים בקיימות איכות סביבתית גבוהה, תקן הבנייה הסביבתיHQE- בהתאם לדרישות הפרויקט, ניתן גם להשתמש ב-ESG). (לנכסי נדל"ן).

(סביבתי, חברתי ומנהלי) הוא סט רחב של עקרונות שנייתן להשתמש בהם להערכת ניהול תאגידי ESG השפעה חברתית וסביבתית של עסק הון בתחום החברה והן מוחזקה לה.

שפוצה לראשונה בתחילת שנות ה-2000 על ידי קרנות השקעה כדי לספק למושקים מידע על קритריונים, ESG רחבים של אופי סביבתי, חברתי ומנהלי, הפך למעשה מרכזי להערכת חברות ופרויקטים, כולל בתחום הבניה. על פי הופכת חלק בלתי (ESG) מחקרים של חברות ייעוץ גדולות ביותר, התחשבות בגורמים סביבתיים, חברתיים ומנהליים נפרד מתעשיית הבניה.

לא ESG המסלול לניטרליות חמונית, "חברות המישמות באופן פעיל עקרונות" (2023) EY על פי נתוני רק מפחיתות סיכון ארוכי טווח, אלא גם משפרות את הייעילות של מודלי העסקים שלtan, דבר החשוב מזמן כי רמת "ESG-מודעות ל-PwC במיוחד בתנאים של טרנספורמציה גלובלית של השוקים. בדו"ח נעה בין 97% ל-67%, כאשר רוב הארגונים רואים במוגמות ESG המודעות של חברות לגבי השיבות גורמי אלו קרייטיות לפיתוח בר קיימא בעheid, וכי העסקים ברובם מודוחים על לחצים משמעותיים מצד בעלי עניין ESG. לשלב עקרונות

LEED, בפרויקט בנייה לא רק תורם להשגת תעוזות קיימות בינלאומיות, כמו ESG כך, שילוב עקרונות אלא גם מבטיח קיימות ארוכת טווח ותחרותיות של חברות בתעשייה, BREEAM, DGNB,

אחד הגורמים המשמעותיים ביותר הרגל הפחמן הכלולת של פרויקט בנייה הם שלבי הייצור-CO₂-והולוגיסטיקה של חומרי הבניין והאלמנטים. החומרים המשמשים באתר משפיעים לעיתים קרובות על פליטות ה-הכלולות, במיוחד בשלבים המוקדמים של מחזור חיiproject - מהפקת חומרי הגלם ועד ההובלה לאתר הבניה.

כדי לחשב את הפליטות לפי קטגוריות או סוגים אלמנטים בנייה, יש צורך בשימוש בקוביציוני הפחמן המייצגים את כמות הנוצרת כתוצאה מייצור חומרים שונים. בין החומרים הללו ניתן לננות בטון, לבנים, פלדה ממוחזרת, אלומיניום-CO₂-ה מלאי של) UK ICE 2015 ועוד. ערכיהם אלו נלקחים בדרך כלל ממקורות מהימנים ובסיסיים שונים בינלאומיים, כגון (סוכנות ההגנה על הסביבה של ארה"ב. (בטבלה הבאה (אייר 5.36 (מציגים 2006 USEPA-US פחמן ואנרגיה (ו קובייציוני הפליטות הבסיסיים עבור מספר חומרים בנייה נפוצים. עבור כל אחד מהם מצוינים שני פרמטרים מרכזיים: הספציפיות (בקילוגרם חומר (קוביציוני המרת נפח למסה (בקילוגרם למטר מעוקב) (CO₂-פליטות ה-QTO הנדרשים לשילוב החישובים במודל התכנון ולהיבור לקבוצת הנתונים.



Carbon Emitted in Production		UK ICE Database (2015) USEPA (2006)	UK ICE Database (2015) USEPA (2006)	Coefficient m3 to kg
Material	Abbreviated	Process Emissions (kg CO2e/kg of product) (K1)	Process Emissions (kg CO2e/kg of product) (K2)	kg / m3 (K3)
Concrete	Concrete	0.12	0.12	2400
Concrete block	Concrete_block	0.13**	0.14	2000
Brick	Brick	0.24	0.32	2000
Medium density fiberboard (MDF)	MDF	0.39*	0.32	700
Recycled steel (avg recy content)	Recycled_steel	0.47	0.81	7850
Glass (not including primary mfg.)	Glass	0.59	0.6	2500
Cement (Portland, masonry)	Cement	0.95	0.97	1440
Aluminum (virgin)	Aluminum	12.79	16.6	2700

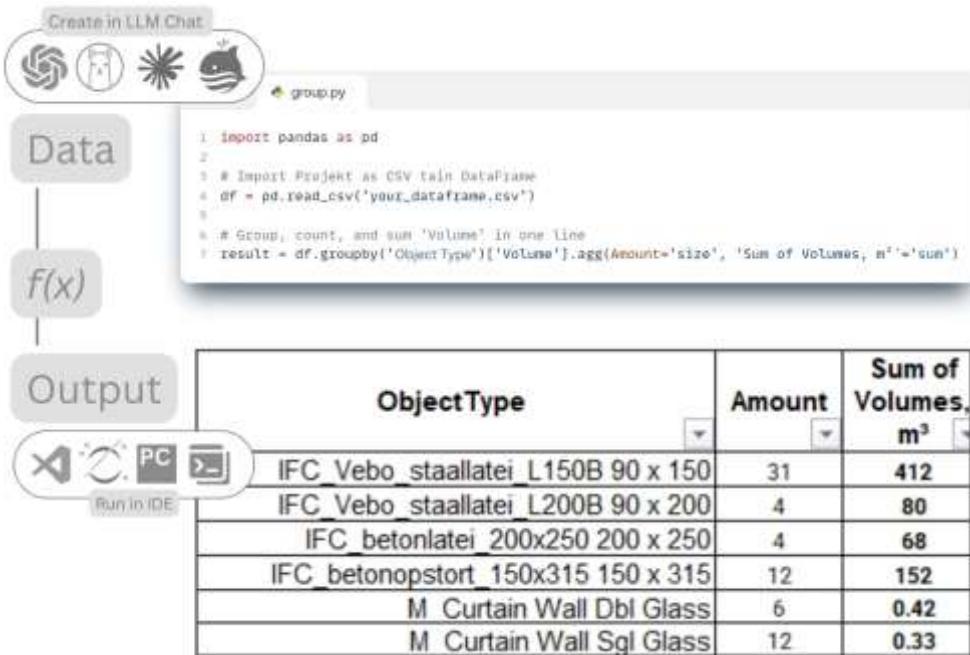
אייר 5.36 UK ICE-Ayer USEPA-הנתונים נקבעו באמצעות המסתחררת במהלך ייצור חומרים בנייה שונים, בהתאם לבסיסי הנתונים.

יש לקבוע את נפח האטריבוטים, D-ו-5-D עבור הפרויקט, כמו במקרה של חישובי CO₂ 4 כדי לחשב את סך הפליטות של על ידי קבלת נפח האטריבוטים, (QTO), של כל קבוצה אובייקטים. ניתן לעשות זאת באמצעות כלים לנתח כמותי לאחר מכן, הנפקים שהתקבלו מוכפלים, כפי שנדון בפרק בפרק המוקדש ל-Quantity take-off. טכנולוגיות "של כל קבוצת חומרים CO₂ בקוביציוני המתאימים לאטריבוט" פליטות.

• תוך כדי קיבוץ כל (BIM) CAD בואו נחלץ אוטומטית את טבלת הנפקים לפי סוגים אלמנטים מתוך פרויקט LLM-הנתונים של הפרויקט, כפי שנעשה בפרק קודמים. כדי לבצע משימה זו, נפנה ל-

לפי פרמטר עמודת "שם CAD (BIM) מתוך פרויקט DataFrame-בקשה, קבץ את טבלת האובייקט) "או "סוג" (הציג את כמות האלמנטים בכל קבוצה, כמו כן סכם את הפרמטר "נפח" עבור כל האלמנטים בסוג.

LLM: ? תשובה

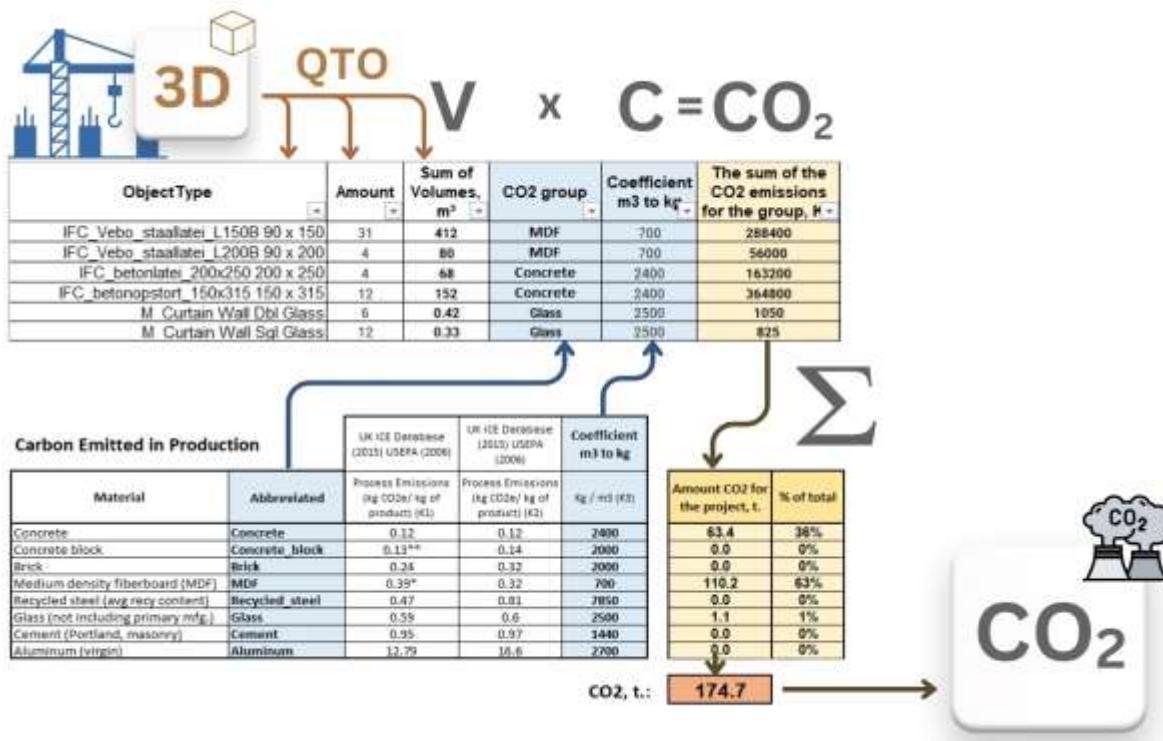


עם אטריבוט "נפח" מסוכם (ObjectType) קיבוץ עבורנו את ישוות הפרויקט לפי סוג LLM-איור 5.37 הקוד שנוצר ב

עבור כל הפרויקט, מספיק להגדיר התאמה אוטומטית של הנתונים CO₂ כדי לאותומט את חישוב הפליטות הכלולות של בטבלה או לקשר ידנית את סוג האלמנטים (איור 5.37 (עמ סוגי החומרים המתאים) איור 5.36 (מתוך טבלת קואפיציוני הפליטות. את טבלת הקואפיציוניים והנוסחאות המוכנות, כמו גם את הקוד לקבלת הנפקים מתוך פורמטים CAD (BIM) GitHub "CO₂_calculating-the-embody-carbon. DataDrivenConstruction". --

מאפשרת לחשב אוטומטית את CAD של אלמנטים מתוך בסיס הנתונים QTO כך, אינטגרציה הנתונים לאחר קיבוץ פליטות הפחמן הדו-חמצני עבור אפשרויות תכנון שונות. זה מאפשר לנתח את השפעת החומרים השונים באופציית שנותן לצורך לקבלת תעודה מסויימת בעת מסירת CO₂-ולבחר רק את הפתרונות העומדים בדרישות הלוקוח לגבי רמות פליטות ה-הבניין לשימוש

באמצעות הכפלת מקדים בנפחים של רכבי פרויקט מקובצים - דוגמה טיפוסית CO₂ הרכבת פליטות עבור פרויקט (ESG למשל, הסמכת LEED) למשימה בתהליך קבלת דירוג.



מבחן דיק אוטומטי בהשגת הערכות נפח CAD QTO אינטגרציית קבוצות 5.38 אויר הסופיות.

באופן דומה, על ידי הגדרת נפח קבוצות רכיבים, אנו יכולים לבצע חישובים לצורך בקרה ולוגיסטיקת החומרים, ניטור וניהול איכויות, דימיון וניתוח צריכה אנרגיה ומגוון שימושות נוספת להשגת סטטוס אטריבוטיבי חדש (פרמטר בטבלה) עבור קבוצות רכיבים נפרדות כמו גם עבור הפרויקט כולו.

כאשר מספר תהליכי חישוב כאלה בחברה מתחילה לגדול, עולה השאלה לגבי הצורך באוטומציה של חישובים כאלה והטמעת תוצאות החישובים בתהליכיים ובמערכות ניהול הנתונים של החברה.

בשל המורכבות של פרויקט כולל, חברות בנייניות וגדילות הפעולות בתעשייה הבניה מעבירות אוטומציה כזו למיקור חברות המפותחות יוצרות עבור לקוחות גדולים מערכת מודולרית ERP או PMIS. חזק לחברות המפותחות מערכות כולל אחת, לניהול שכבות מידע שונות רבות, כולל חישובי חומרים ומשאים.



פרק 5.4. בינוי PMIS-ו-ERP מערכות

בינוי לדוגמת חישובים והערכות ERP מערכות

מודולריות מאחדות שכבות אטריבוטיביות (מידע (שונות וזרמי נתונים למערכת כוללת אחת, המאפשרת ERP מערכות למנהל פרויקטים לניהול באופן מסונכrico משאים, כספים, לוגיסטיקה ואספקטים נוספים של הפרויקט במסגרת פלטפורמה לבנייה פועלת כ"מוח" של פרויקטי בנייה, מפשטת תהליכיים חוזרים באמצעות אוטומציה, ומספקת אחת מערכת שיקיפות ובקרה לאורך כל תהליך הבניה.

לבניה (תכנון משאים ארגוניים (הן פתרונות תוכנה כוללים, המיועדים לניהול ERP מערכות לבניה נמצאים מודולים לניהול ERP ואופטימיזציה של היבטים שונים בתהליך הבניה. בליבת מערכות חישובי עליות ולתוכנן לוחות זמנים, מה שהופך אותן לכלי חשוב לתכנון משאים יעיל.

מאפשרים למשתמשים להזין, לעבוד ולנתה נתונים, תוך כדי מסודר של היבטים שונים של ERP מודולי מערכת הפרויקט, שיכולים לכלול ניהול עליות חומר וכוח אדם, שימוש בצד, ניהול לוגיסטיקה, משאבי אנוש, קשרים וסוגים נוספים של פעילויות בנייה.

המהווה מרכז ניהול לתהליכי BlackBox/WhiteBox, אחד מהבלוקים הפונקציונליים של המערכת הוא מודול אוטומציה של לוגיקה עסקית.

באמצעות זכויות גישה, לניהול באופן גמיש, ERP מאפשר למשתמשים המשתמשים במערכת המונחים ERP היבטים שונים של העסק, שכבר הוגדרו מראש על ידי משתמשים או מנהלים אחרים. בהקשר של מערכות: מצינים רמות שיקיפות ובקרה על הלוגיקה הפנימית של המערכת BlackBox-ו-WhiteBox.

█████ (" קופסה שחורה (" – המשמש אינטראקטיבית עם המערכת דרך משקל, מבלי שיש לו גישה BlackBox ללוגיקה הפנימית של ביצוע התהליכים. המערכת מבצעת חישובים באופן עצמאי, על בסיס כללים שנקבעו מראש, המוסתרים מהמשתמש הסופי. הוא מזין נתונים ומקבל תוצאה, מבלי לדעת אילו אטריבוטים או מקדים שימושו בפנים.

█████ (" קופסה לבנה (« – הלוגיקה של התהליכים זינה לצפיה, הגדרה ושינוי. משתמשים WhiteBox מתקדמים, מנהלים או אינטגרטורים יכולים לקבוע ידנית את האלגוריתמים לעיבוד נתונים, כללי חישוב ותסريحים לאינטראקטיבית בין יישויות הפרויקט.

Enterprise Resource Planning ERP

⚡ Automatic data retrieval

Project-specific data
Obtaining data for a specific project

➡ Calculations

Scheduling

	TEXT	FLOAT	FORMEL	FORMEL	FORMEL	FORMEL	FORMEL
	NAME	GROUP	NAME	NAME	NAME	NAME	NAME
1.1	GROUP 1	100	$100 * 4 = 400$	$400 * 10 = 4000$	$4000 * 10 = 40000$	$40000 * 10 = 400000$	$400000 * 10 = 4000000$
1.2	GROUP 2	200	$200 * 4 = 800$	$800 * 10 = 8000$	$8000 * 10 = 80000$	$80000 * 10 = 800000$	$800000 * 10 = 8000000$
1.3	GROUP 3	300	$300 * 4 = 1200$	$1200 * 10 = 12000$	$12000 * 10 = 120000$	$120000 * 10 = 1200000$	$1200000 * 10 = 12000000$
1.4	GROUP 4	400	$400 * 4 = 1600$	$1600 * 10 = 16000$	$16000 * 10 = 160000$	$160000 * 10 = 1600000$	$1600000 * 10 = 16000000$
1.5	GROUP 5	500	$500 * 4 = 2000$	$2000 * 10 = 20000$	$20000 * 10 = 200000$	$200000 * 10 = 2000000$	$2000000 * 10 = 20000000$

Cost Estimation per unit

WhiteBox/BlackBox



Logic of the company's processes

Cost Estimation per unit

	TEXT	NAME	DESCRIPTION	UNIT PRICE	UNIT COST	UNIT PRICE	UNIT COST
1.1 Fixed - changing pattern up to 3.5 per unit							
1.2	CODE	NAME	DESCRIPTION	UNIT PRICE	UNIT COST	UNIT PRICE	UNIT COST
1.3	CODE 1	NAME 1	Description of the element in the unit	1.1	1.1	1.1	1.1
1.4	CODE 2	NAME 2	Description of the element in the unit	1.2	1.2	1.2	1.2
1.5	CODE 3	NAME 3	Description of the element in the unit	1.3	1.3	1.3	1.3
1.6	CODE 4	NAME 4	Description of the element in the unit	1.4	1.4	1.4	1.4
1.7	CODE 5	NAME 5	Description of the element in the unit	1.5	1.5	1.5	1.5
1.8	CODE 6	NAME 6	Description of the element in the unit	1.6	1.6	1.6	1.6
1.9	CODE 7	NAME 7	Description of the element in the unit	1.7	1.7	1.7	1.7
1.10	CODE 8	NAME 8	Description of the element in the unit	1.8	1.8	1.8	1.8
1.11	CODE 9	NAME 9	Description of the element in the unit	1.9	1.9	1.9	1.9
1.12	CODE 10	NAME 10	Description of the element in the unit	2.0	2.0	2.0	2.0
1.13	CODE 11	NAME 11	Description of the element in the unit	2.1	2.1	2.1	2.1
1.14	CODE 12	NAME 12	Description of the element in the unit	2.2	2.2	2.2	2.2

לבנייה, לקבלה אומדנים ולוחות זמנים בעבודה עם הזנת נתונים ידנית של מאפייני הcamות ERP ארכיטקטורת מערכת 5.41. ריש.

דוגמה לכך יכולה להיות מצב שבו משתמש מנוסה או מנהל קבוע כלל: אילו מאפיינים באומדן צריכים להיות מוכפלים זה בזה או מקובצים לפי קרייטריון מסוים, ואיפה יש לרשום את התוצאה הסופית. בהמשך, אנסי מקצוע פחוט מיום נון דרך משק המשמש — ומתקבלים אומדנים, לוחות זמנים או ERP-כמו מהנדסי אומדן, פשוט מעלים נתונים חדשים למפרטים מוכנים מבלי צורך לכתוב קוד או להבין פרטים הטכניים של הלוגיקה.

בביבת מערכות LLM בפרקם הקודמים נבחנו מודולי חישוב ולוגיקה בהקשר של אינטראקציה עם חישובים ושינויים כאלה מתבצעים בתחום מודולים, המוסתרים מאחורי משק של כפתורים וטפסים ERP.

קובע כלליים להתקנת מאפיינים ERP מנהל מערכת (5.41. ריש) בדוגמה הבאה בזוכות המודול המוגדר זהה (על ידי מנהל או מנהל מערכת (משתמש QTO) של ישותה מהאומדן עם מאפיינים לקיבוץ מקבל אוטומטית, ERP) מהנדס אומדן או מהנדס, (শমুসীf ידנית מאפיין של כמות או נפח דרך משק המשמש של אומדנים מוכנים ולוחות עבודה. כך תהליכי החישוב וההכנה של האומדנים, שנדרנו בפרקם הקודמים בעורת קוד, הופכים לכו ייצור חצי אוטומטי ERP-בתוך ERP.

דרך, למשל, העלאת פרויקט (4.113. ריש) CAD (BIM) חיבור תהליך חצי-אוטומטי זה למאפייני הכמות מהמודלים המוגדר מראש לכך, הופך את זרם הנתונים למוגנון מסונכרן, המאפשר לעדכן באופן עצמאי ומידי ERP למודול CAD את הערות של קבוצות רכיבים בודדים או של כל הפרויקט בתגובה לכל שינוי בו בשלב התכנון, כאשר מודול -ERP-מועלה ל-

יש להציג בצורה מסודרת את ERP-CAD בין מערכות (5.42. ריש) כדי ליצור זרם נתונים אוטומטי על כך כבר דיברנו בפרק CAD (BIM) התהליכים העיקריים ואת הדרישות לנواتם מתוך בסיסי הנתונים של מודלי -מחולק לשלבים דומים ERP-הקודם "דרישות ובطחת איות הנתונים". תהליך זה ב

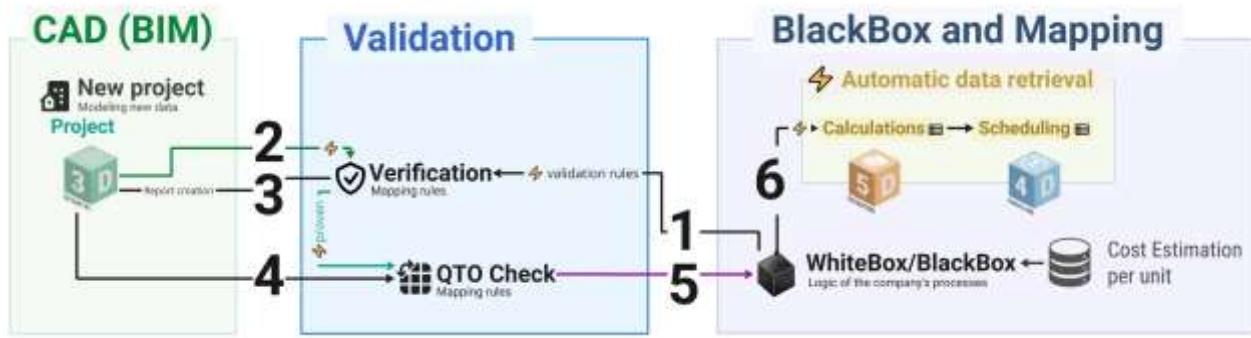
כללי ERP יצירה כללי בדיקה 1, (המשחקים תקין חשוב בהבטחת דיווק הנתונים המגיעים למערכת הבדיקה משמשים כמסננים, הבודקים את היישוות ואת המאפיינים שלהם, ומעבירים למערכת רק את האלמנטים שעברו את הדרישות. פרטים נוספים על בדיקה ואמות בפרק "יצירת דרישות ובדיקת איות הנתונים".

מתבצע תהליך אמות 2, (ה证实 שכל האלמנטים-ישויות של הפרויקט עם ERP-לאחר מכן בתחום המאפיינים והערכיהם שלהם נוצרו כראוי ומוכנים לשלבים הבאים של העיבוד

אם מתעוררויות בעיות עם נתונים מאפיינים חסרים, נוצר דוח 3, (והפרויקט יחד עם הוראות לתקן נשלחה לשיפור עד שהיא מוכן לירציה הבאה

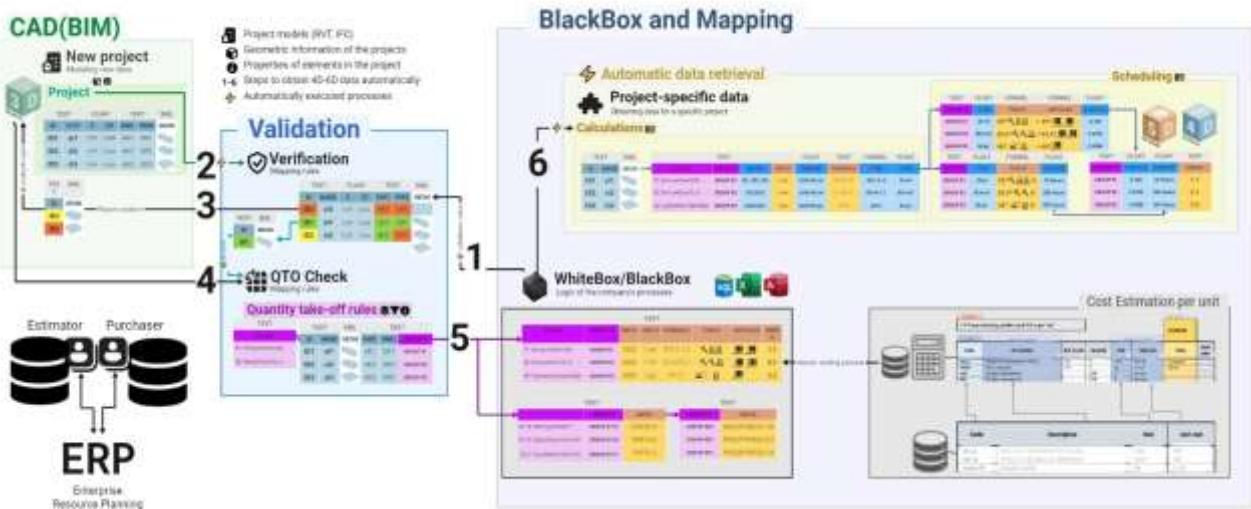
לייצרת טבלאות כמות 4, (לאחר שאושרו ובדקו את נתונים הפרויקט, הם משמשים במודול אחר של מייצרות את תוכנות הכמות עבור (WhiteBox/BlackBox) אשר לפי כלליים שנוצרו מראש, (QTO) קבוצות יישויות, חומרים ומשאבים

(5) משלבים אוטומטיים עם החישובים (למשל, עלויות זמן) QTO הנתונים המMOVINS לפי כללי ההתקנה או עם תוכנות טבלאות QTO-המשתמש, מכפיל את תוכנות הנפח מטבלת ה-ERP-בשלב האחרון, מערכת ה-תהליכיים (למשל, פרטיא אומדן, ומיצרת אוטומטית את תוכנות החישובים 6) (למשל, אומדני עלויות עבור כל קבוצת יישויות ועבור הפרויקט כולל CO_2 לוחות זמנים או פליטות.

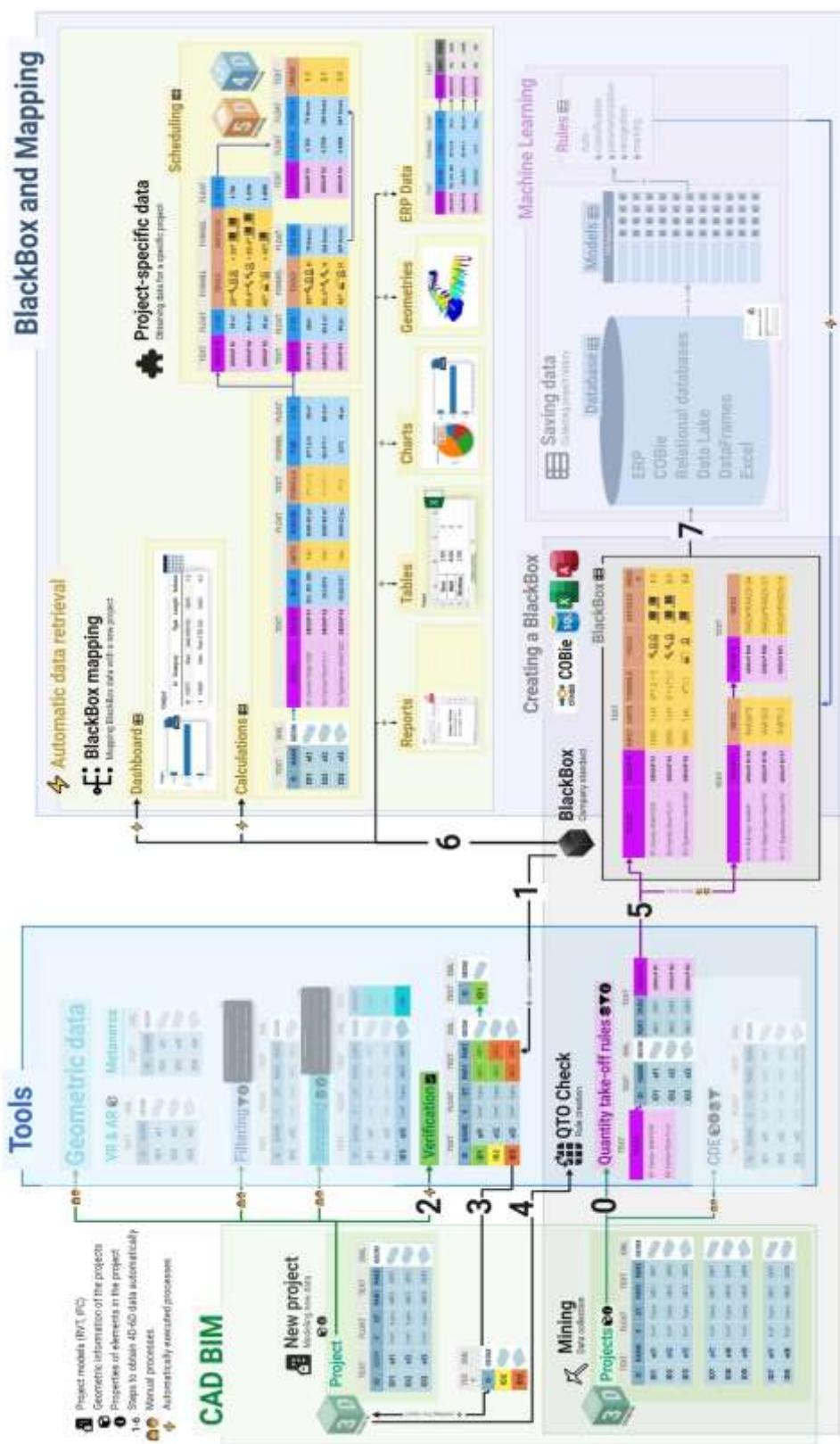


מתקמת כלל האימוטה (1) (עד חישוב אוטומטי של עלויות לבנייה עם ERP ארכיטקטורת מערכת 5.42 לבנייה (ריש 5-6)).

מודולריות, התהליכים משתמשים באמצעות תוכנה הכוללת ממשק משתמש. מאחורי המשק נמצא החלק ERP במערכת הפנימי, שבו טבלאות מוכנות מעכבות את הנתונים, מבצעות פעולות שונות שהוגדרו מראש או מנהל מערכת מקובל, שבו טבלאות מוכנות מעכבות את הנתונים, מבצעות פעולות שונות שהוגדרו מראש (במודולים BlackBox/WhiteBox), המשתמש בתוכאה מכך, המסתמך בזוכות הלוגיקה האוטומטית שהוגדרה מראש מסמכים מוכנים חז-אוטומטית העונים על משימותיו.



מסיימת למנהלים ולמשתמשים לנوع בין טבלאות המוחמים כדי לייצר נתונים חדשים ERP מערכת 5.43 ריש.



משולבת עם כלים אналיטיים ומאניזה את תהליכי קבלת החלטות בחברה ERP מערכת 5.44. ריש.

מהוים שרשרת של (5.43. שלבים 1-6 ריש) מההתחלת ועד החישוב הסופי ERP, באופן דומה, התהליכים במערכות

- עצדים מקוшиרים, אשר בסופה של דבר מבטיחים שקיופות,יעילות ודייקנות בתכנון

, לבנייה מודרנית כוללות לא רק מודולים להישוב עלויות וזמנים, אלא גם عشرות מודולים מוכנים מראש ERP מערכות בדרך כלל מכסים פונקציות של ניהול מסמכים, מעקב אחר התקדמות הפרויקט, ניהול חוזים, שירותאות אספקה אפשרים ERP-ולוגיסטייה, כמו גם אינטגרציה עם מערכות עסקיות ופלטפורמות אחרות. הכלים האנליטיים המובנים בפרויקט. זה מבטיחה ניהול מרכזי ועקביו של כל היבטים של פרויקט הבניה, בנייתן לאחד כמה (KPI - key performance indicators) למשתמשים לאוטומט את יצירתلوحות מחוונים למעקב אחר מודיעי ביצוע מרכזיים של הפרויקט. גדולה של יישומים ומערכות על פלטפורמה אחת.

תשמש בשילוב עם למידת מכונה כדי לשפר את הדיקוק וליעיל את תהליך היישוב התוכנות ERP בעתיד, אגוליטיקת הפקו בעתיד, ERP-ב-Big Data (ריש. 5.44), העתיד הפוך הפרויקט העתידיות. הנתונים והתוכנות, שניתחו ואספו מערכות לבסיס יצירה מודלים חזויים, שיכולים לחזות במדויק עיכובים פוטנציאליים, סיכוןים או, למשל, שינויים אפשריים בעלות החומרם

- (מערכת מידע לניהול פרויקטים) PMIS-בתעשייה הבניה לעתים קרובות נעשה שימוש ב-ERP-כאלטרנטיבה למערכת לניהול פרויקטים, המועדת לשילטה מפורטת על ביצוע המשימות ברמת פרויקט בנייה ספציפי.

לאתר הבניה ERP הקשר בין: PMIS

מתמקדת בניהול פרויקט ספציפי PMIS, אשר מכסה את כל שרשרת תהליכי העסקים של החברה, ERP-בניגוד לומספקת מעקב אחרلوحות זמינים, תקציב, משאבים ודוקומנטציה.

),(מערכת מידע לניהול פרויקטים היא תוכנה לניהול פרויקטים בבניה, המיעודה לתכנון, מעקב PMIS נתוח וдиוקן על כל היבטים של הפרויקט

עשוויה להיראות כפתרון כפול ביחס PMIS, מאפשרת לניהול דוקומנטים,لوحות זמינים, תקציבים ובמבט ראשון PMIS: אך ההבדל המרוצף טמון ברמת הניהול, ERP-ל-

■ מתמקדת בתהליכי העסקים של החברה בכללות: ניהול עלויות, חוזים, רכש, כוח אדם ומשאבים ברמה ERP הארגונית.

■ מתמקדת בניהול פרויקטים כודדים, וספקת חנון מפורט, בקרה שינויים, ניהול דיווחים ותיאום בין PMIS המשתתפים.

הופכת לשאלת נוחות והעדפות PMIS כבר כוללות פונקציות מספקות, והטמעת ERP במרקורים רבים, מערכות לא משומש שהיא הכרחית, אלא משומש שהיא נפתחה עליהם על ידי PMIS-החברה. קבלנים ורוכשים רבים משתמשים בספק או לקוח גדול, שמעוניין לאגד נתונים על פלטפורמה מסוימת

ניהול) PLM יש לציין כי במונחים בינלאומיים לניהול פרויקטים בבניה קיימות גם מושגים פופולריים נוספים, כמו ניהול הנדסה, רכש ובניה (- שיטות התקשרות בתעשייה הבניה M-EPC-M-EPC).

עשוויה להתגלות כקשר מורדר PMIS עם מודולים לניהול פרויקטים, הטמעת ERP-אם בחברה כבר משתמשים בعشוויה להיות כלי נוח וקל יותר PMIS, המתיק פונקציות. עם זאת, אם התהליכי אינם אוטומטיים והנתונים מפוזרים לתחזוקה.

ב-ERP-ספקולציות, רוחה, סגירות וחוסר שקייפות ב-

בבנייה ברוב המקרים מהוות פתרונות ERP-PMIS למרות הפשטות החיצונית של הממשקים והנהלים, מערכות סגורים ולא גמישים. מערכות אלו בדרך כלל מספקות תוכנה מותאמת מראש מספק אחד, עם גישה מוגבלת לבסיסי נתונים פנימיים וללוגיקת התהליכיים.

שכן בסיסי הנתונים, (BIM-CAD) את הפיתוח והבקרה על מערכות אלו לוקחים על עצמן יותר ויותר ספקים מוצרים מאפיינים כמו תאים ונפחים של רכיבי הפרויקט. עם זאת, במקום לספק ERP: שלהם מצויה המידע הנדרש למערכות גישה לנוחים אלו בפורמט פתוח או קרייא על ידי מכונה, ספקים מציעים רק תרחישי משתמש מוגבלים ולוגיקת עיבוד זה מפחית את גמישות המערכת ומקשה על התאמה לתנאים BlackBox - שהוגדרה מראש בתוך מודולי הספציפיים של הפרויקט.

סקייפות מוגבלת של נתונים נותרת אחת הביעות המרכזיות בתהליכיים הדיגיטליים בבנייה. ארכיטקטורה סגורה של מסדי נתונים, חוסר גישה למערכות נתונים מלאות של רכיבי הבניה, התמקדות במודולים וחוסר משקיפים פתוחים מגברים משמעותית את הסיכוןם של ביורוקרטיה BlackBox אוטומטיים מסווג תיעודית. מוגבלות אלו יוצרות "צוארי בקבוק" בתהליך קבלת החלטות, מקשות על אימותה המיידית משתמשים בדרך כלל. ERP/PMIS ופתרונות אפשרות נתונים או ספקולציות בתוך מערכת המשמשים בדרכי - ללא אפשרות לתקשר עם API מקבלים גישה מוגבלת בלבד - בין אם מדובר במשקיף מצומצם או חלקי - מוגבלות הנזקים ישרות. זה במיוחד נכון בפרמטרים שנוצרו אוטומטית מפרויקט CAD, מקורות הנתונים ישרות. את העוליות האמיתיות של הייצור ומפחית את האמון בין כל המשתפים בתהליך הבניה QTO. כמו כמות, שטחים ומספרים, המשמשים לחישובי.

כחותה מכך, במקרה לחפש יעילות דרך אוטומציה של תהליכיים,ISKIPOTIOT נתונים, צמצום עלויות עסקה ויצירת מודלים עסקים חדשים, רבות מחברות הבניה מתמקדות בניהול פרמטרים חיצוניים - מניפולציה של מקדים, גורמים מתאימים זה יוצר קרע לספקולציות, מעות ERP/PMIS ושיטות חישוב המשפיעות על עלות הפרויקט בפלטפורמות סגורות. את העוליות האמיתיות של הייצור ומפחית את האמון בין כל המשתפים בתהליך הבניה.

בבנייה, הרוחה נוצר כ הפרש בין ההכנות מפרויקט שהושלם לבין העוליות המשנות, הכוללות תכנון, חומרים, משאבי עבודה והוצאות ישירות אחרות הקשורות לשירות למימוש הפרויקט. עם זאת, גורם מרכזי המשפיע על גובה העוליות הללו הוא לא רק הטכנולוגיה או הלוגיסטיקה, אלא גם מהירות ודוקח ההישובים, כמו גם יכולות החלטות הנהוליות בתוך החברה.

הבעיה מחרירה מכיוון שב מרבית חברות הבניה תהליכי חישוב העוליות נותרו לא שקיים לא רק עבור הלקוחות, אלא גם עבור העובדים עצם חלק מחלוקת האمدن או הכספיים. סגירות זו תורמת להיווצרות קבוצת מומחים מועדת בתוך החברה - נושא "מומחיות פיננסית", המחזיקים בזכותו הבלעדית לעורק את המאפיינים ואת המקדים המתאים לעבודים אלו, יחד עם ראשי החברות, יכולים למעשה לשלוט בלוגיקה הפיננסית של הפרויקט ERP/PMIS. מערכות

במצבים כאלה, המעריכים הופכים ל"להטוטנים פיננסיים", מאזורים בין מקסום הרוחה של החברה לבין הצורך לשמר על מחיר תחרותי ללקוח. תוך כדי כך, הם נאלצים להימנע ממיניפולציות גלויות וברוטליות כדי לא לפגוע במוניטין של החברה. בשלב זה בדיקן נקבעים המקדים, המשתייכים כמוניות או עלויות מוגזמות של חומרם ועובדות.

כתוצאה לכך, התוכנית העיקרית לשיפור היעילות והרווחיות של חברות הפעולות בתעשייה הבניה אינה אוטומטית והאצת ההלכתי קבלת החלטות, אלא ספקולציה על מחירי חומרם ועובדות. העלאת עלויות העובדות והחומרם ממבצעות סגורות באמצעות העלאת אחוזים מעל המחירם בשוק או על ידי "חשבונאות אפורה" במערכות הגדלת כמוניות העבודות בעזרת מקדים, אשרណנו בפרק "הנתן חישובים וחישוב עלויות עבודות על בסיס בסיס". **המשאים**

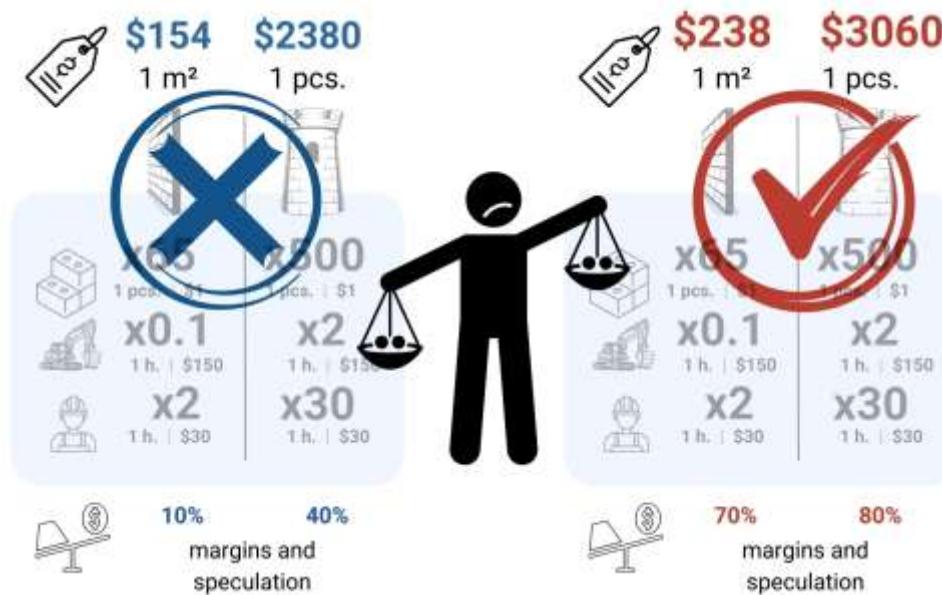
כתוצאה לכך, המזמין מקבל חישוב שאיןו משקף את העלות או הנסיבות האמיתיות של העבודות, אלא מהויה נגזרת ממספר מקדים פנימיים סמויים. במקביל, קובלני המשנה, בניסיון להתאים את עצמו למחרים המופחתים שהציב הקובלן הראשי, לעיתים קרובות נאלצים לרכוש חומרם זולים ואיכותיים פחות, דבר שמחמיר את אי-יכולת הבניה הסופית.

התהיליך הספקולטיבי של חישוב רווחים באוויר בסופה של דבר פוגע הן בתקציבות, שמקבלים נתונים לא מדויקים, והן בביטחושים, שנאלצים לחפש מודלים חדשים של ספקולציות.

כתוצאה לכך, ככל שהפרויקט גדול יותר, כך רמת הביוורקרטיה בניהול הנתונים והתהליכיים גבוהה יותר. מאחורי כל שלב וכל פעולה לעיתים קרובות מסתתרים מקדים ותוספות לא שkopoth, המוטמעות באלגוריתמים החישוביים ובנהלים הפנימיים. זה לא רק מנסה על הביקורת, אלא גם מעוז באופן משמעותית את התמונה הפיננסית של הפרויקט. בפרויקטים גדולים בתחום הבניה, פרקטיקות כאלה לעיתים קרובות מביאות להגדלה מרובה (לפעמיים עד עשרה פעמיים) של הוצאות - הסופית, כאשר הנסיבות והנסיבות האמיתיות נשארות מוחוץ לשלית המזמין.

לפי דוח של מקינוי & חברת "מדמים את העתיד הדיגיטלי של הבניה" 2016, (פרויקטים גדולים בבנייה מסתיימים בממוצע 20% מאוחר יותר מהתאריך המתוכנן ומעליהם את התקציב עד 80%.

מחלקות האוمدن והתקציב הופכות להיות החוליה המוגנת ביותר בתחום החברה. הגישה אליהן מוגבלת באופן קפדי אףלו למומחים פנימיים, ובשל סגירות הלוגיקה והמבנה של בסיסי הנתונים, בלתי אפשרי להעירן באופן אובייקטיבי את היעילות של החלטות פרויקט ללא עיוותים. חוסר שקיפות מביא לכך שהחברות נאלצות לא ליעיל תהליכיים, אלא להיאבק על הישרדות באמצעות ניהול "יצירתי" של מספרים ומקדים



- מקדים ספקולטיביים ברמת החישובים הם הרוחה העיקרי של החברות ואמנות הלחותם בין איקות העבודה לבין המוניטין

סגורות בניה. בתנאים של טרנספורמציה ERP/PMIS כל זה מעורר ספק לגבי הcdeclאות של המשך השימוש במערכות דיגיטליות ודרישות הולכות וגדלות לשקיפות מצד המזמינים, סביר להניח שהיישום של פרויקטים בטוחה הארוך לא יישאר תלווי בפתרונות קנייניים, המגבילים את הגמישות, מפריעים לאינטגרציה ומעכבים את התפתחות העס

- וכמה שהוא עשוי להיות משתלם לחברות הבניה לעבוד עם סילו נתונים ונתונים לא שkopים בסיסי נתונים סגורים העתיד של תעשיית הבניה יהיה בלתי נמנע קשר למעבר לפלטפורמות פתוחות, מבנים נתונים קריאים על ידי מכונה ושקופים, כמו גם אוטומציה המבוססת על עקרונות אמון. השינוי הזה ינווע "מלמעלה" - תחת הלחץ של לקוחות רגולטורים והחברה, שדורשים יותר ויותר שקיפות, קיימות ואחריות כלכלית.

הסגורים: תעשיית הבניה זוקקה לגישות חדשות ERP/PMIS-סוף עידן ה

מודולריות מסורבלות, המורכבות מעשרות מיליון שירותים קוד, מקשה מאוד על כל ERP/PMIS השימוש במערכות שינויו בהן. במקביל, המעבר לפלטפורמה חדשה בתנאים של מודולים שכבר מראש לחברת, השירותים אלף פריטים בסיסי המשאבים (איור 5.13) (ואלפי חישובים מוכנים) אייר 5.16 (הופך לתוכנן יקר ומושך. ככל שיש יותר קוד ופתרונות ארכיטקטוניים מיושנים - כך עולה רמת חוסר הייעילות הפנימית, וכל פרויקט חדש רק מחמיר את המצב. בחברות רבות, העברת נתונים וឥינטגרציה של פתרונות חדשים הופכים לאפשרות שנמשכו שנים, מלوات בשיפורים מתמשכים וחיפוש אינטנסיבי אחריו פשורת. כתוצאה לכך, לעיתים קרובות מתבצע חזרה לפלטפורמות ישנות -- ומכוראות, למרות המגבלות שלהן

כפי שמודגש בדו"ח הגרמני "ספר השחור" גרמניה [108], המוקדש לכשלים מערכתיים בניהול נתונים הבניה, פיצול המידע וחסוך מרכזית לניהולו - הם הסיבה המרכזית לירידת היעילות. ללא סטנדרטיזציה או אינטגרציה, הנתונים מאבדים את ערכם, והופכים לארכיוון ולא לכלי ניהול

הסיבה העיקרית לאובדן ארכות הנתונים היא תכנון ובקרה לא מספקים של פרויקטי הבניה, מה שלעתים קרובות מביא לעלייה משמעותית בעלות. בפרק "במרכז תשומת הלב: התפוצצות העלוות" של "הספר השחור" ניתוחים גורמים מרכזים התורמים לתוצאות לא רצויות אלו. בין היתר - ניתוח לא מספק של הצלדים, חוסר הכוחות טכניות-כלכליות ותכנון לא מתואם, המוביל להוצאות נוספות שנitin הינה להימנע מהן.

בשללה, החלפת מערכת מיושנת דומה להחלפת עמוד תומך בבניין שכבר נבנה. לא IT במערכת אקוולוגית מספיק פשוט לפרק את הישנה ולהתקין את החדשה - חשוב לעשות כך שהבניין ישאר יציב, התקרות לא יקרסו וכל התקשות תמשיך לפעול. כאן טמונה הקושי: כל טעות עלולה להוביל לתוצאות חמורות עבור כל המערכת של החברה.

גדולים עברו תעשיית הבניה ממשיכים להשתמש בכמות הקוד שנכתבה כתיעון بعد ERP עם זאת, מפתחי מוצריו, הפלטפורמה שלהם. בכנים מיחדים עוזין ניתן לשימוש בטויים כמו: כדי לשחרר מערכת כזו יידרשו 150 שנות אDEM, למרות שבמרבית הפונקציות של מערכות דומות מסתתרות מסדי נתונים ופונקציות פשוטות יחסית לעובודה עם טבלאות ארויזות במשק משמש קבוע ומיחוד. בפועל, כמות הקוד של 150 שנות אDEM הופכת יותר למעסה מאשר ליתרון תחרותי. ככל שיש יותר קוד - כך עולה עלות התמיכה, קשה יותר להתאים לתנאים חדשים ועולה סף הכנסה למפתחים חדשים וללקוחות.

היום רבות מערכות הבניה המודולריות מזכירות מבנים מסורבלים ומיושנים, שבהם כל שינוי לא זהיר labyrinth, עשוי להוביל לתקלות. כל מודול חדש רק מסבך את המערכת שכבר עモסה, והופך אותה למבון רק לקבוצה מצומצמת של מומחים, מה שהופך אותה לקשה עוד יותר לתמיכה ולשדרוג.

המורכבות מוכרת גם על ידי המפתחים עצם, אשר לעיתים קרובות עושים הפסוקות לצורך ריפקטורייניג - סקירה מחדש של הארכיטקטורה בהתחשב בהופעת טכנולוגיות חדשות. עם זאת, גם אם הריפקטורייניג מתבצע באופן קבוע, המורכבות בלתי נמנעת הולכת וגdera. האדריכלים של מערכות כאלה מתרגלים למורכבות ההולכת ומרתקמת, אך עבר משמשים חדשים ומומחים זה הופך להיות מחסום בלתי עביר. כתוצאה לכך, כל המומחיות מתרכזת בידיהם של מספר מפתחים והמערכת מפסיקת להיות נתנת להרחבה. בטווה הקצר, מומחים כאלה מועילים, אך בטווה הארוך - הם הופכים להלק מהבעיה.

ארגוני י�שוו לשלב "נתונים קטנים" עם המקבילים הגדולים שלהם, וטיפש הוא מי שמאמין שיישום אחד - לא משנה כמה יקר או אמין הוא - יכול להתמודד עם הכל. פיל סיימון, מנהה הפודקאסט שהוות על שיטוף פעולה

מתעורר שאלת הגיונית: האם באמת אלו זוקקים למערכות כה מסורבלות וסגורות לחישוב עלויות וזומנים של עבודות בקרה של טבלאות, כאשר בתחוםים אחרים עם משימות דומות כבר מתמודדים עם כלים אנליטיים עם נתונים פתוחים ולוגיקה שקופה?

נכון לעכשו, פלטפורמות מודולריות סגורות עדין מבויקשות בתעשייה הבניה, בראש ובראשונה בשל המאפיינים של ות "אפורות" או לא שkopft, ומאפשרות ניהול החשבונות. מערכות כאלה משמשות לעיתים קרובות לניהול להסתיר עלויות אמיתיות מהלkers. עם זאת, ככל שהביבוקש לדיגיטליזציה גובר, בראש ובראשונה מצד הלוקחות, וככל שלhn, יאבדו את ERP-התשסיה מתקדמת לעוזן ה"אובייציה", המתווכים, כלומר חברות הבניה עם מערכות ה

השילובן בחישובי הזמן והעלות. זה ישרה באופן קבוע את פני תעשיית הבניה. פרטים נוספים ניתן למצוא בחלק האחרון "של הספר ובפרק "בנייה 5.0: כיצד להרוויה כאשר כבר אין אפשרות להסתיר".

אלפי פתרונות ישנים שהצטברו במהלך 30 השנים האחרונות עם אלף שנות אדם שהושקעו בפיתוח יתחלו להיעלם במהירות. המעבר לנילול נתונים פתוח, שקוף וגייש הוא בלתי נמנע. השאלה היא אילו חברות יציחו להשתל לשלבים הלו ואילו יישארו שבויות במודל הישן.

הנתונים שלהם ממלאים כיום את הפרמטרים המאסיביים של ישות (BIM) מצב דומה מתרחש גם בתחום הכלים (שפותה כבר בשנת 2002 (התבסס על קונספט של בסיס BIM הרעיון המקורי של ERP/PMIS פרויקט במערכות כיום דורשת סט של תוכנות ופורמטים מיוחדים. מה שהיא BIM נתונים אינטגרטיבי אחד, אך בפועל, עבודה עם אמור לפשט את התכנון וניהול הבניה הפך לשכבה פתרונות קנייניים נוספת, שמסבכת את האינטגרציה ומפחיתה את הגמישות של העסוק.

צעדים נוספים: שימוש יעיל בנתוני פרויקטים

בחלק זה הריאנו כיצד נתונים מובנים הופכים לבסיס לחישובים מדויקים של עלויות ולוחות זמנים של פרויקטים תכנון לוח זמנים וחישוב עלויות מפחיתה את העומס העבודה ומעלה באופן QTO, בנייה. אוטומציה של תהליכי משמעותית את דיקט ההצעות.

לסיכון חלק זה, כדי להציג את הצעדים העיקריים העיקריים שיכולים לעזור ליישם את הגישות שנדרנו במשימות היום יומיומיות שלכם. גישות אלו הן אוניברסליות - הן מועילות הן עבור טנספורמציה דיגיטלית של החברה והן עבור העבודה היומיומית של אנשי מקצוע העוסקים בחישובים:

אוטומטו חישובים שגרתיים

- נסו למצוא חישובים סטנדרטיים של עבודות שכולים להיות רלוונטיים לעבודה שלכם
- נתחו באילו שיטות מחושבות או נמדדות עבודות או תהליכי באתר הבניה במדינתכם
- QTO חקרו את הפונקציות של חילוץ אוטומטי של מפרטים ונתוני - CAD אם אתם עובדים עם מערכות שלכם (BIM) בתוכנת CAD

לכנתיבת טוות קוד לאוטומציה של חישובים LLM-השתמשו ב

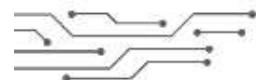
QTO פתחו כלים משלכם עבור

- צרו סקריפטים או גילויונות אקסל לאוטומציה של חישובי כמוות
- סטנדרטייזו קטגוריות וקבוצות של רכיבים לגישה עקבית להערכתה
- תעדו את המתודולוגיה של החישובים כדי להבטיח את השחזור של ההצעות בפרויקטים חדשים

איןטגרו היבטים שונים של הפרויקט בעבודתכם

- אם אתם עובדים עם מערכות מודולריות, נסו להמיחש את התהליכים שלכם לא רק כסכום או דיאגרמות, אלא גם ברמת הנתונים - במיוחד בזורה של טבלאות

- תוך Python-עם היישובים** - באמצעות קוד ב CAD שלטו באיחוד אוטומטי של נתונם שהופקו מסדי שימוש בקידוצים, סינון וארגון
- כדי להציג מידע מורכב לעמיתים וללקוחות QT** צרו ויוזו ליציות ברורות של קבוצות צעדים אלו יסייעו לבנות מערכת היישובים יציבה, המבוססת על אוטומציה וסטנדרטיזציה של נתונים. גישה זו تعالה את הדיקט, תמצמצם את השגרה בשאלות יומיומיות הקשורות להיישובים עדין קשה CAD ולסיבות לכך שמשדי נתונים (BIM) הפרויקטים הבאים מוקדשים להיבטים טכניים של מוצרים בבנייה, בהתקפותו כלי BIM לשילב בתהליכי העבודה של חברות. אם איןכם מעוניינים כעת בהיסטוריה של יישום ובמאפייניהם הטכניים של עבודה עם טכנולוגיות אלו, אתם יכולים לעבור מיד לחלק השביעי של הספר "渴求 CAD". החלומות מבוססת נתונים



מקסימום נוחות עם הגרסה המודפסת

לשימוש נוח יותר וגישה מהירה אתם מוחזקים בידיכם את הגרסה הדיגיטלית החינמית של לוחמים, אנו ממליצים לשקרול את הגרסה המודפסת:



נוח, אפשרות לעשות הערות, סימניות ולעבור עם הספר בכל מקום.

ברכישת הגרסה המודפסת המלאה של הספר, אתם מקבלים כלי נוח לעובדה נוחה ויעילה עם מידע: אפשרות להשתמש בחומריהם ויזואליים במשימות יומיומיות, למצוא במהירות את התרשיים הנדרשים ולעשות הערות. בנוסף, רכישתכם תומכת בהפצת ידע פתוח.

ניתן להזמין את הגרסה המודפסת של הספר בכתבota datadrivenconstruction.io/books



VI פָּلָק

ובים: שיווק, מיציאות ועתיד נתוני הפרויקטים בבניה CAD

BIM-ו CAD החלק השישי של הספר מציע ניתוח ביקורתי של התפתחות טכנולוגיות BIM-והשפעתן על תהליכי ניהול הנתונים בבניה. נבחנת ההתפתחות ההיסטורית של רעיון המהעיוון המקורי של מסד נתונים משולב ועד למבנים שיווקיים מודרניים המגדמים אותו ספקי תוכנה. נבחנת השפעת הפורמטים הקנייניים והמערכות הסגורות על העילות בעבודה עם נתונים פרויקטימ ועל הביצועים הכלליים של תעשיית הבניה. ניתוח עמוק של בעיות שונות והקשישים בשילובן עם תהליכי העבודה של חברות CAD התאימות בין מערכות USD, הבניה. נבחנות מגמות עכשוויות לעבר לפורמטים פתוחים ומפשטים של נתונים, כמו והשפעתם הפוטנציאלית על התעשייה. מוצגים גישות חלופיות להפקת מידע מערכות סגורות, כולל שיטות הנדסה ה甫כה. נבחנות האפשרויות ליישום אינטלייגנציה מלאכותית ולמידת מכונה לאוטומציה של תהליכי תכנון וניתוח נתונים בתעשייה. מנוסחות תחזיות לפיתוח טכנולוגיות תכנון המוקדמות לצרכים האמתיים של המשתמשים, ולא באינטרסים של ספקי התוכנה.

פרק 6.1. בתעשייה הבניה BIM הופעת מושגי

לא היה בגרסה הראשונה של הספר. הנושאים של פורטיטים, (BIM)-בתיחה, החלק השישי זהה, המוקדש לקניינים, ליבוט גיאומטריות ומערכות סגורות הם טכניים מדי, עמוסים בפרטים ובמבט ראשון עשויים להיראות חסרי תועלת עבור מי שרצח להבין את העבודה עם נתוניים. עם זאת, המשוב והבקשות להוסיף הבהרה לגרסתה הראשונה של ליבות גיאומטריות, מגוון CAD הספר הראו: ללא הבנה של כל הקשיים הקשורים למנגנון הפנימי של מערכות הפורטיטים והסכםות הלא תואמות לאחסן אותם נתוניים, אי אפשר באמצעות הנתונים המדוע הרעיונות המקדים על ידי ספקים לעתים קרובות מקשיים על העבודה עם מידע ומונעים מעבר לתוכנו פתוח ובסיסי פרטיטים. لكن חלק זה תפיס - אינו בעדיפות עבורם, אתם יכולים מיד לחלק הבא (BIM) CAD את מקומו הנפרד במבנה הספר. אם נושא "קבלה החלטות מבוססת נתונים, אוטומציה ולמידה מכונה: VII חלק".

כמה שיווקיים של ספקי BIM-open BIM-ו ההיסטוריה של הופעת CAD

עם הופעת הנתונים הדיגיטליים בשנות ה-90, טכנולוגיות המחשב החלו להיכנס לא רק לתהליכי העבודה, אלא גם מודל מידע (BIM), מערכות תכנון ממוחשבות (ולאחר מכן CAD לתהליכי התכנון, מה שהוביל להופעת רעיונות כמו (בנייה).

הפכו לשלב חשוב בהיסטוריה של BIM עם זאת, כמו כל חידוש, הם אינם נקודת הסיום של ההתפתחות. רעיונות כמו הם עשויים לפנות מקום לכלים ולגישות מתקדמות יותר, שיתאפשרו טוב יותר sooner or later תעשיית הבניה, אך לאתגרים של העתיד.

שהופיע בשנת 2002 BIM ומסובך בקשימים של יישום עצמי, המושג CAD מושפע מהשפעת ספקי: עשוי לא לשרוד עד יום הולדתו ה-30, כמו כוכב רוק שורה בוהק אך כבה במהירות. הסיבה פשוטה: מצלחים להסתגל CAD הדרישות של אנשי המקצוע בתחום הנתונים משתנות מהר יותר مما שספקי. אליהם.

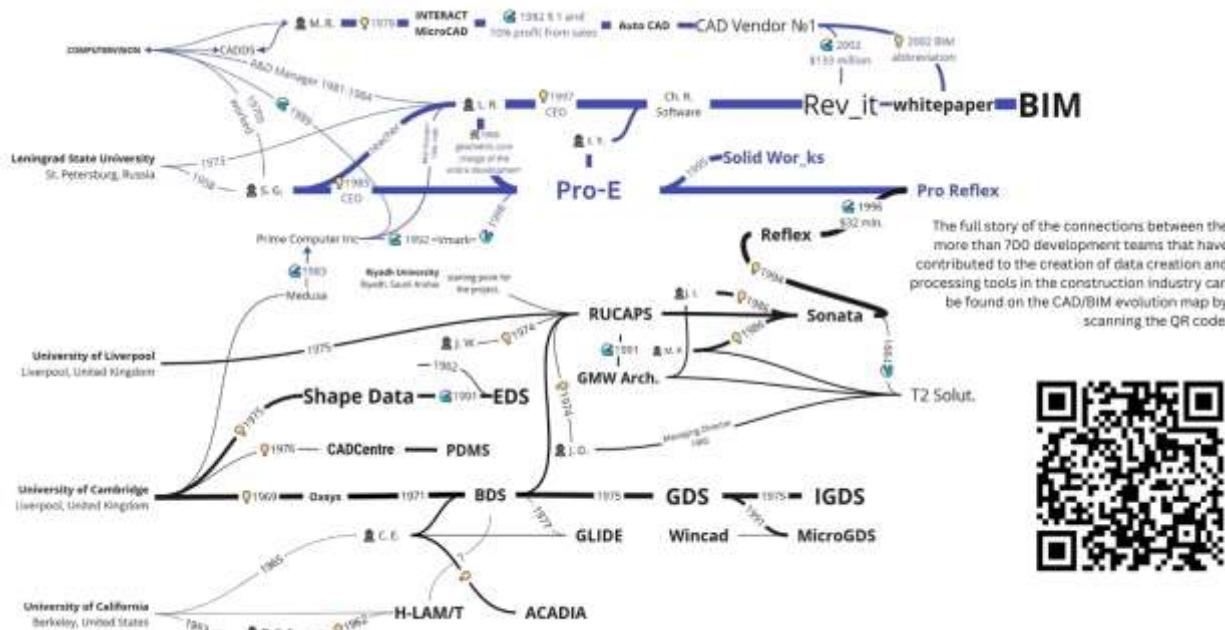
בהתמודדות עם חוסר נתונים איקוטיים, אנשי מקצוע מודרניים בתעשייה הבניה דורשים האימוט בין פלטפורמות וגישה והסיכון בעיבוד CAD כדי לפשט את הניתוח והעיבוד שלהם. המרכיבות של נתונים CAD לנתחים פתוחים מפרויקטיהם שלהם משפיעים לרעה על כל המשתתפים בתהליך הבניה: מעצבים, מנהלי פרויקטים, קבלנים בשיטה ולבסוף על הלוקה אשר דורשים ליבוט CAD במקומם סט נתונים מלא ניהול, כיוום הלוקה והמשקייע מקבלים קונטיינרים בפורטיטים של כדי (BIM) CAD (BIM) שמתעדכן מדי שנה ותוכנה מוגדרת של API גיאומטריות מורכבות, הבנה של סכימות נתונים, תיעוד לعباد עם הנתונים. במקביל, חלק גדול מנתוני הפרויקט נשאים לא מנוצלים.

מביאה להנדסה יתרה של ניהול פרויקטים. חברות CAD כיום, בעולם התכנון והבנייה, המרכיבות של גישה לנתוני נאלצות לתחזק קשרים הדוקים עם ספקי פתרונות BIM או מפתחות פתרונות CAD בינויות וגדלות, שעובדות עם נתונים יקרים SDK באמצעות שימוש במירוי CAD או לעקוף את המגבילות של ספקי API כדי לגשת נתונים דרך CAD להנדסה היפה, כדי להשיג נתונים פתוחים.

הגישה לשימוש בנתונים קנייניים הפקה מיושנת ואינה עונה על הדרישות של הסביבה הדיגיטלית המודרנית. העתיד יחלק את החברות לשני סוגים: אלו שמשתמשות ביעילות בנתונים פתוחים ואלו שיפרשו מהשוק.

-**הגולמים CAD** (מודל מידע בניין) הופיע בתעשייה הבנייה עם פרסום של אחד מספקי BIM המושג (השכבות חומרים), והחל את דרכו מהגישה הפרטנית ליצירה BOM בשנת 2002, והושלם עם המושג ההנדסי LTC (תוכנן הנדסה-E) ועיבוד נתוני פרויקט. הגישה הפרטנית ליצירה ועיבוד נתוני פרויקט יושמה לראשונה במערכת המודרניתם, כולל אלו שימושיים בהם CAD מערכת זו הפקה לאב טיפוס עבור רבים מפתחנות (MCAD). מנגנון

-**כיוון בתעשייה הבנייה**



ומושגים דומים BIM מפה היסטורית של הופעת המושג.

עד תחילת שנות ה-2000 שהקישיו את תשומת הלב שלהם לכליים של ספקים AEC, עיתונאים ויועצים בתחום משנת-Whitepaper BIM 2002-משנת 2002. למעשה, BIM-העבירו את תשומת הלב שלהם ל-2005, 2003, 2002 ו-2007 שיחקו תפקיד מרכזי בפולקלוריזציה של המושג 2004 בתעשייה הבנייה BIM.

— **ליישום טכנולוגיות מידע בתעשייה הבנייה [CAD] שם החברה ספק]** מודל מידע בניינים – זו האסטרטגייה של Whitepaper BIM, 2002

בשנת 2002 עם עבודות CAD שפורסמו על ידי ספק BIM-עד אמצע שנות ה-2000, חוקרים "החלו לחבר את מושג CAD ששם החברה ספק" מודל מידע בניינים – זו האסטרטגייה של GLIDE, GBM, BPM, צ'ארלס איסטמן, שהפכה לבסיס עבור מערכות כמו BDS מדיעות מוקדמות יותר, כמו

בעבודתו החדשנית "מערכת תיאור בניין" (1974), צ'ארלס איסטמן הניח את היסודות התיאורתיים של RUCAPS. יותר מכל מונה אחר, כמעט (6.12 אייר) מודל המידע המודרני. המונה "מאגר נתונים" מופיע בעבודתו 43 פעמים -. "המילה" "בניין".

הרעיוון המركזי של איסטמן היה שכל המידע על הבניין - מהגיאומטריה ועד תוכנות האלמנטים והקשרים ביניהם - צריך להישמר במאגר נתונים מובנה אחד. מתוך מאגר זה ניתן ליצר באופן אוטומטי שרטוטים מפרטים, חישובים ולנתוח עמידה בתנאים. איסטמן ביקר במפורש את השרטוטים כדרך תקשורת מיושנת ומיותרת, מצבע על כפילות המידע, בעיות בעדכון והצורך בעדכון ידני כאשר מתבצעות שינויים. במקום זאת, הוא הציע מודל דיגיטלי אחד במאגר הנתונים, שבו כל שינוי מתבצע פעם אחת ומשתקף אוטומטית בכל הייצוגים.

בעבודתו איסטמן לא שם את הוויזואלייזציה במרקז. המידע - פרמטרים, קשרים, תוכנות, אפשרויות, ניוטה ואוטומציה - היה במרקז המערכת שלו. השרטוטים, להבנתו, היו רק אחת מהצורות להציג את הנתונים מהמארג. ולא המקור הראשוני של המידע התקני

מזכיר, לברות שהמושג הזה ביה הבסיס לפיתוחים המיאורטיטיים המהויריים של צ'ארלס איסטמן עם הדגש שלו על מאגרי נתונים BDS כך, תעשיית הבניה עברה ממצב של מושג מתקדם כמו קודמו של פתרונות-E Pro וריעונוטיו של סמואל גיסברג על עדכון אוטומטי של נתונים תכנוניים ממאגרים במוצר ההנדסה השיווקי המודרני, שבו ניהול הנתונים דרך מאגרי נתונים כמעט ולא BIM-הפקולריים בשימוש כיום בבניה (ל CAD

מזכיר: למרות שהמושג זהה היה הבסיס לפיתוחים מニアרטיטיים המקוריים.

11. Instrumental function of a journal: Academic communication

...and *prostaglandin E-10* may have a protective effect against the development of atherosclerosis. It is possible that the anti-thrombotic properties of prostaglandins may be due to their ability to antagonize platelet aggregation and adhesion to endothelial cells. Moreover, it has been shown that the administration of *prostaglandin E-10* can reverse the atherosclerotic changes in the coronary arteries of cholesterol-fed rabbits.

or open, exclusive to others, and that would allow any change to be identified more easily. This would mean new a better understanding of the ultimate cause of a disease, more effective prevention, and more appropriate treatment of it. Thus there should be an orientation to the theory of biological precursors. On the other hand, this is ~~an important~~ point, and still remains an important or primary function, because ~~it will be~~ all scientific research of medicine is primarily diagnostic.

3. design a simulation executive program which is fully compatible with and interoperable with the **standard** of IEEE. The executive must provide the interface between HIL, via host hardware and the user.
4. develop such a library initially planned **standard**, based next to the

8. entering off so many dispensary as also as issues. The following
caption is but briefly pointing towards circumstantial shape

3. as equally important building blocks required to efficiently arrange large numbers of potentially similar physical elements.

8. second alias is an easy name for utilizing an arrangement, including both the shape and location, of an element, or sets of similar elements.

- a set of general manipulation routines are required, particularly for the computation of slopes and the intersecting the **slopes**.
- a function for assessing each model's position of respect to all the

• **Explain the following steps involved in access to the database. List importance of writing.**

- A PARADE, for assessing visually and preparing maps showing visible structural damage at different parts of the modelled building.
- A sensor generating facility, for assisting surveys and parts replacement, as well as for preparing **STRUCTURE** for analysis after

Most of these technical terms listed above have been addressed and solved already. Those remaining are viewed as tractable. In the following table, our estimates of cost of the above technical terms are outlined.

The conditions between configurations for RRI are often violated: micropatterns will time-sharing execute on a large central computer. Theoretically, execution of a very large **database** and response to terminals will be slow. In addition, the system will be unable to handle many users simultaneously; any user arrangement would result in immediate communication break-down. Other factors indicate that this architecture is preprogrammed to failure. The system is designed to be distributed, but it is not distributed; it is neither. These factors, plus the space the long-range-area addressed by micromotors, plus the space the long-range-area addressed by micromotors, plus the space the long-range-area addressed by micromotors.

Figure C3 depicts the **phonotax** and its black structures on disc. In the current situation, once an object's expressions and values are defined, the correlations at the origin are stored. Each level is stored as a sequence

A user must be able to conveniently enter new parts, new operations, and existing parts, as new values due to existing operations are established. However, consistency must be given to editing and revising existing patterns, operations, and values already agreed. Also is the need to change elements in a pattern, such as a part or operation, without changing all other parts and operations. This is done through consistency, and values because all changes will have the same effect and consistency. As the data structure should be robust enough, static.

Virtual file structures. Instead of the different data elements are through a common directory. Each **pointer**, **expression**, and **template** have a unique identifier, and all the elements of the expression based on a common template will have the same identifier. The identifiers are pointers to the template. Thus, these templates without associations that are directly enclosed within the sections that they are associated with. Thus, like this:

The details of the **functions** are presented in a separate section.²

Efforts were made at the center of the Rating-Scoreboard System prior to Give Four years to ensure the **flexibility** necessary in the use of the organization of elements. Particularly notable is the capability to screen all elements overlapping a specific area of interest. Two significant advances were made in this problem resulting in more efficient operation. One was the introduction of DTR or score and alert functions requiring no keying in of data. The other was the introduction of a feature allowing screening of elements to be limited on either side of a center, which is extremely useful for the generation of displays or storage. The algorithms for this criterion selection have been tested on both classes of algorithms.

If current technological practices continue, it is imperative that a designer be using the entire elements of design stage. One can anticipate a continuing need for developing such advanced state of concrete, plastic, fiberwork, and other newly classified materials. In short, there are only extremely limited sources available for entering such stage into a complete

BIM. ומושגים דומים לו עד שנות ה-2000 פותחו כמארגן נתונים דיגיטלי של בניינים, ולא ככלי ויזואлизציה BDS ומושגים דומים בשנות BDS-BIM-בשנת 2002 הפק לכלי תכנון, שבו מאגר הנתונים ירד למקום שני. מה איבדנו במעבר מעד אמצע שנות ה-2010 BIM-ה-90 ל

- את העיצוב - BIM, ומושגים דומים הדגישו את האנגליטיקה BDS: מאגרי נתונים פתוחים
- את התהליכי, שאריכים להיות - BIM, הדגישה את האנגליטיקה של הנתונים BDS: אמשות בעבודה עם נתונים מבוססים על נתונים לא ברורים.
- הפכו את בסיסי הנתונים CAD-ב BDS נועדה להיות בסיס נתונים פתוח ומאוחד, בעוד שספק BDS: שיקיפות שליהם לסוגרים לחלווטין ונלחמו במשך 20 שנה ללא הצלחה בכלים של הנדסה הפוכה, אשר פותחים פורמטים קנייניים.

במהלך 30 השנים האחרונות, המהנדסים לא קיבלו גישה ל"בסיס הנתונים המאוחד" ואחרי עשרים שנה של התלהבות תעשיית הבניה מתחילה להבין את ההשלכות של התלהבות זו, BIM שיווקית סביב כל'י.

במקום בסיסי נתונים משולבים - מערכות מודולריות סגורות: BIM מציאות

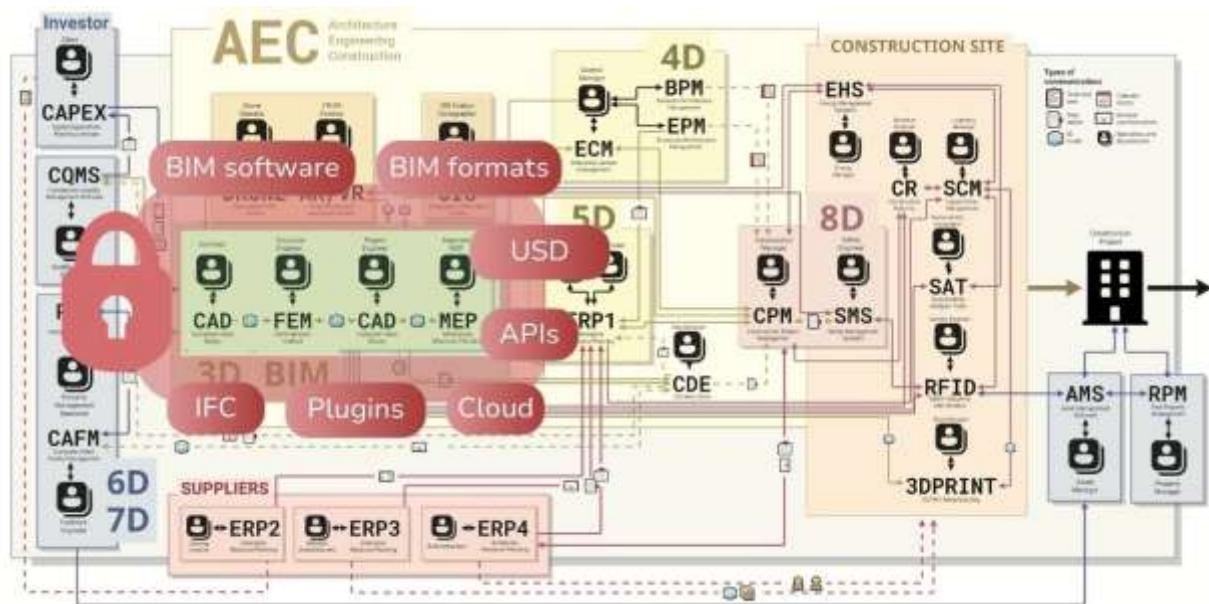
NALCIM (BIM) במקום להתמקד בנתונים, במבנה שלהם ובאינטגרציה לתחilibים מאוחדים, משתמש מערכות לubarod עם אוסף מפורק של פתרונות קנייניים, שכל אחד מהם קובע את כללי המשחק שלו.

- יותר מיתוס. למרות BIM הראשונים של Whitepaper-בסיס הנתונים המאוחד, עליו דובר במסמכיו הנטרות הרוועשות, הגישה לנ נתונים עדין מוגבלת וمضוררת בין מערכות סגורות
- הפכו לא רק לכלי, אלא לאקויסטמה סגורה. במקום החלפת מידע שקופה, המשתמשים NALCIM מודלי קנייניים API-לשולם עבור מנויים ולהשתמש ב-
- הנתונים שייכים לספקים, ולא למשתמשים. המידע על הפרויקטים סגור בפורמטים קנייניים או בשירותים בענן, ולא זמין בפורמטים פתוחים עצמאיים

ולא CAD מהנסי תכנון ומנהלי פרויקטים ליעיתם קרובות אינם מקבלים גישה לא לבסיס הנתונים של מערכות לפורמט שבו מאחסנים הנתונים של הפרויקט שלהם. זה מנסה על בדיקות מהירות של מידע או ניסוח דרישות ותוספים, מה API למבנה וaicoot הנטונים. גישה לנ נתונים כאלה דורשת סט של תוכנות מיוחדות, מחוברות דרך שמודול לביורוקרטיה מופרצת בתהליכי בתעשייה הבניה. בינתיים, נתונים אלה בשימוש בו זמינה על ידי שירותים - מערכות מידע ומאות מומחים

לאחן אותם לצורך דיגיטלי ולמכור [CAD (BIM)] אלו צרכים להוות מסוגלים לנהל את כל הנתונים הללו יש עשרה אנשים CAD, בתוכנת מוכנה לניהול מחזור החיים והתחilibים, כי על כל מהנדס מתכנן [שמיצר משחו שעובדים עם הנתונים הללו].

– שיצר את הקונספט של CAD מנכ"ל ספק –



ומנהלי נתונים באקויסיטטם עסקית IT בסיסי נתונים נותרו אחד מהמערכות הסגורות האחרונות עבור מחלקות (BIM-) הבניה.

הוא יותר אמצעי למיסוד בסיסי נתונים ולא כל ניהול של ממש, לעומת השאלה BIM כאשר ברור כי הלגית: כיצד להציג את השליטה על הנתונים? התשובה היא שימוש במבני נתונים פתוחים, שבהם בעל המידע הוא המשתמש עצמו, ולא ספק התוכנה.

משתמשים ומפתחים של פתרונות בתעשייה הבניה, בדומה לעמידתם בתעשייה אחרת, יתחלו בהכרח להתרכז מהטרמינולוגיה המעורפלת של ספקי התוכנה, שליטה ב-30 השנים האחרונות, ויתמקדו בהיבטים המרכזיים של הדיגיטציה – "נתונים" ו"תהליכי".

עוד בסוף שנות ה-80, הכוון המרכזי של פיתוח טכנולוגיות דיגיטליות בתחום הבניה נתפס כسؤال של גישה לנתונים וניהול מידע פרויקט. עם הזמן, הדגשים השתנו. במקומם לפתח גישות שkopות ונגישות לעבודה עם נתונים, הchallenge קידום כניסה להסיה את דעתם של אנשי המוצע מהנושאים של ניהול בסיסי - Open BIM ועקרון ה IFC פעיל של פורמט נתונים פרויקטים.

בתעשייה הבניה IFC הופעת פורמט פתוח

מושג סטנדרט להבטחת תאימות בין מערכות (IFC) (Industry Foundation Classes) מה שנקרא פורמט פתוח CAD (BIM) (BIM) הגדולים ביותר. על בסיס CAD שונות. הפיתוח שלו נעשה במסגרת ארגונים שנוצרו ונשלטו על ידי ספקי CAD (BIM). בשנת 2012 קונספְט שיווקי בשם OPEN BIM. פיתחו שתי חברות IFC פורמט

IFC (Industry Foundation Classes) – זה סטנדרט פתוח להחלפת נתונים בתעשייה הבניה – שונות CAD (BIM) שנועד להבטיח תאימות בין מערכות.

והחלפת מידע בין מערכות דרך פורמט פתוח להחלפת CAD עבודה עם מידע מביסיסי נתוני Open BIM-קונספט ה CAD - IFC.

וחברות נוספות [ספק 2 CAD] ... היא קמפני שיווק, שהושק על ידי Open BIM תוכנית עם תקשורת מתואמת OPEN BIM-במטרה לעודד ולקדם את הקידום הגלובלי של קונספט ה CAD ומיתוג משותף, הומין למשתפי התוכנית . – מהאתר של ספק OPEN BIM, 2012

בסוף שנות ה-80, ולאחר מכן נרשם על ידי STEP הותאם על ידי הטכניון של מינכן מפורט ההנדסה המكانית IFC בשנת 1994 (Industry Alliance for Interoperability) IAI גדול כדי ליצור את הברית CAD חברות תכנון גدول וספק שונות והיה מבוסס על העקרונות שהונחו CAD פותח כדי להבטיח אינטראטיביות בין מערכות IFC פורמט שנוצר עוד בשנת 1979 על ידי קבוצת משתמשים IGES אשר, בתרורו, נוצר מפורט STEP, בפורט ההנדסה המكانית –). המכון הלאומי לתקנים וטכנולוגיה (ומשרד ההגנה של ארצות הברית NIST וספקים בתמיכת CAD

התלות הקרה שלו בלבית הגיאומטריה, כמו גם אי-הבנות בישום הפורט על ידי IFC עם זאת, המבנה המורכב של פתרונות תוכנה שונים, הביאו למגוון בעיות בעת השימוש המשעי בו. עם קשיים דומים – אובדן פירוט, הגבלת דיקוק IGES, STEP והצורך להשתמש בפורטיםBINIIM – נתקלו גם המומחים להנדסה מכנית בעבודתם עם הפורטים IFC. שמננו נוצר



ריש 6.14 מפה של קשרי צוותי המפתחים ומוצרי CAD (BIM).

פרסם, bS מאוחר יותר) IAI ויצר את הארגון IFC שרשם את פורמט CAD, בשנת 2000, אותו ספק מסמך לבן "תכנון וייצור משולבים: יתרונות והצדקה". במסמך הוצעו צורך על פירוט מלא של IGES, הנתונם בעת החלפתם בין תוכניות בתוך אותה מערכת, מכליל להשתמש בפורמטים ניטרליים, כמוSTEP. במקום זאת, הוצע להבטיח יישירה של יישומים לבסיס הנתונים המרכזי של STEP-IFIC (ושזהים לו). דבר שצורך היה למנוע אובדן דיווק במידע CAD.

ומבוסס עליו מפתח (פרטים בחלק השלישי, 3.118, ראה) פורטרי BOM רוכש מוצר CAD בשנת 2002, אותו ספק כתוצאה לכך, בהחלפת נתונים של פרויקטים בנייה כיום נעשה שימוש רק בפורמטים סגורים. BIM את הקונספט של עצמו בשנת 2000, שהכנים פורמט זה לתחום CAD-CAM-על מגבלותיו כתוב ספק ה, IFC או בפורמט CAD של -הבנייה-

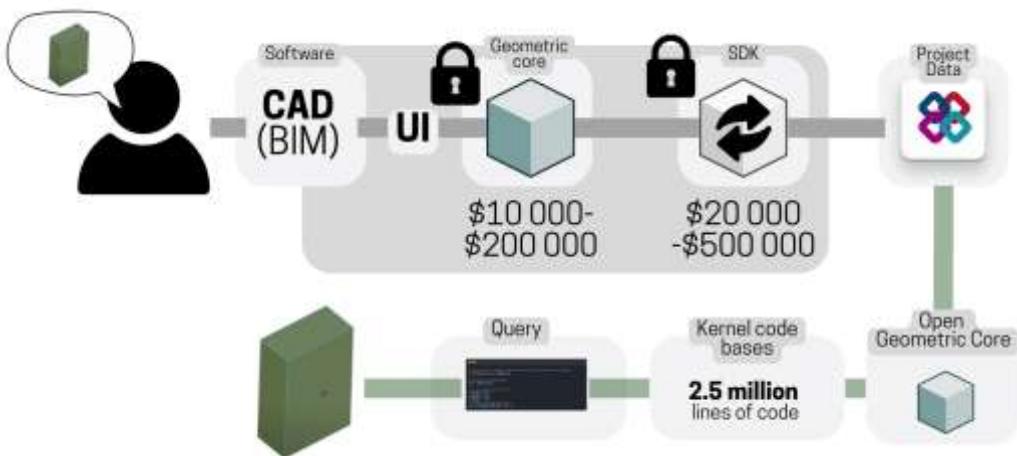
ההיסטוריה המפורטת של האינטראקציה בין יותר מ-700 צוותי מפתחים, שהשתתפו ביצירת כלים לייצור ועיבוד נתוני CAD (BIM) [116].

מורכב מתיאור גיאומטרי של רכיבי הפרויקט ותיאור של מטא- מידע. לצורך הצגת הגיאומטריה IFC הפורמט הפותח הפך BREP עם זאת, הייצוג הפורטרי: CSG-1-Swept Solids: נעשה שימוש בדרכים שונות, כגון IFC בפורמט CAD (BIM) שכן פורמט זה נתמך בעת ייזוא מתוכנות, IFC לסטנדרט המוביל להעברת גיאומטריה של רכיבים בפורמט CAD. לתוכנות IFC ומאפשר פוטנציאלי לעריכה של רכיבים בעת ייבוא חזר של CAD.

כתלות בליתת הגיאומטריה IFC בעיתות פורטט

קשה להמחייב או לקבל תוכנות גיאומטריות, (BREP) מוגדרת פורטט IFC-IFC ברוב המקרים, כאשר הגיאומטריה במכיוון שעבור עבודה עם גיאומטריה והמחשה שלה, IFC כגון נפח או שטח של ישוות הפרויקט, כאשר יש רק קובץ -אשר אינה קיימת מלבחתילה, (ראה) בפרק זה נדרש ליבת גיאומטריה

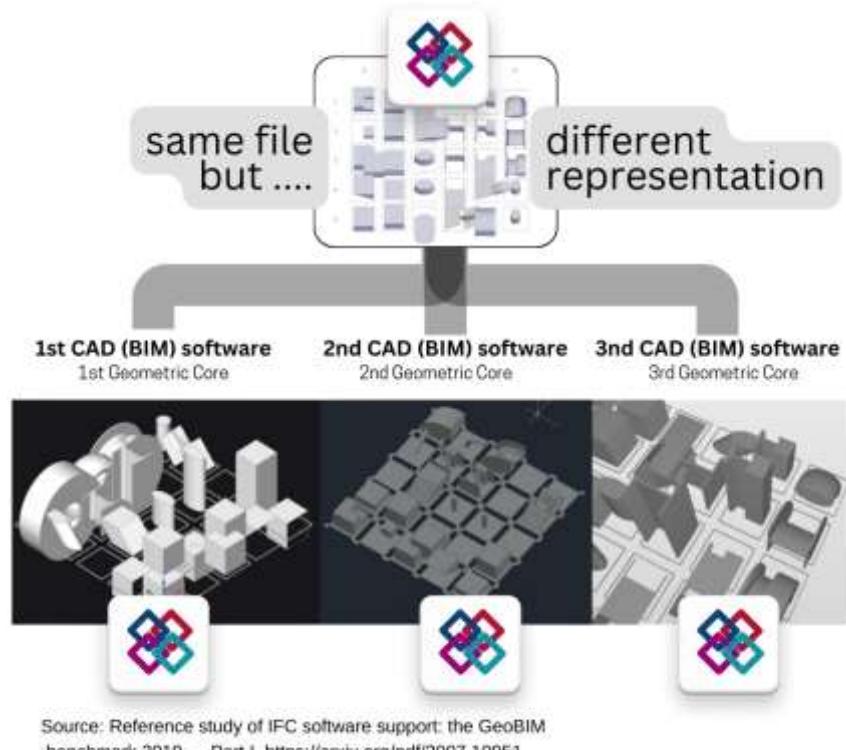
ליתת גיאומטריה היא רכיב תוכנה המספק אלגוריתמים בסיסיים ליצירה, עריכה וניתוח של אובייקטים ויישומים הנדסיים אחרים. היא אחראית על בניית גיאומטריה דו- BIM-CAD (CAD)-גיאומטריים במדדיות ותלת-מדדיות, כמו גם על פעולות עלייה, כגון: פעולות בוליאניות, החלקה, חיתוכים, טרנספורמציות והמחשה.



אשר לעתים, SDK-כיהם מתבצעת דרך ליבת גיאומטריות פרופירטאריות ו CAD יוצרת גיאומטריה דרך תוכנות 6.15 ראה קרבות אין שייכות לשפוי CAD.

יש ליבת גיאומטריה שלה או שנרכשה IFC ולכל תוכנה העבודה עם פורטטים פורטטים או פורטט CAD לכל תוכנה לא עשויה להתעורר בעיות, ובתוכנות עם ליבת גיאומטריות שונות IFC-BREP ואם עם רכיבים פרימיטיביים בפורטט רכיבים אלה עשויים להופיע דומים, אז מעבר לביעות עם מנوعי הליבות הגיאומטריות השונות, קיימים רכיבים רבים שיש להם תוכנות ייחודיות להפעה נכונה. בעיה זו נבחנה בפרק בינהו "מחקר בינלאומי" מהחק התייחסות לתמיכת תוכנה ב IFC", 2019 [117].

א웃ם סטם נתונים סטנדרטיים נתונים מוציאות, כאשר מתגלוות מעט תבניות משותפות, וביעות חמורות, ככל הנראה בשל אותה מורכבות ובווהה של מודל הנתונים הסטנדרטי. חלקית [IFC] [IFC] נמצאות בתמייה בסטנדרט הסטנדרטים עצם אשימים בכך, מכיוון שהם לעומת קרובות משאיירים כמה פרטיטים לא מוגדרים, עם רמת חופש גבוהה ופרשניות שונות אפשרויות. הם מאפשרים מורכבות ובהה בארגון ואחסון של אובייקטים, דבר שאינו תורם להבנה אוניברסלית יعلاה, יישומים יהודים ומידול נתונים מתואם [117]. מחקר התייחסות לתמיכת תוכנה ב IFC, 2021.



ליבות גיאומטריה שונות מספקות ייצוגים שונים לאותה גיאומטריה, המתווארת בפורמטים (על בסיס חומרם [117] (6.16) אוור.

כחותה המכ, מי. IFC הינה נקונה של "מצבים מוגדרים" זמינים לחברים בתשלום בארגונים מוחדים, העוסקים בפיתוח גדולים, או להגעה להבנה CAD ינסה לשף פוללה עם ספקי IFC שימושוניין לגשת לידי חשוב על תוכנות מסוימות של אינטואטיבית של התוכנות באמצעות מחקר עצמאי.

ושואל את עמייך הספקים: "למה כך מועברת המידע IFC אתה נתקל בשאלתך על ייבוא וייצוא נתונים דרך פורמט במפרט הפתוח לא נאמר דבר על כך". **המשמעות מספקים "הויר? IFC** על העברת פרמטרים של חדרים בקובץ [118] CAD 2021 יודיעם "האירופים": נכון, לא נאמר, אבל זה מותר". — מתוך ריאון עם מפתח

IFC, מתאר גיאומטריה דרך פרימיטיבים פרמטריים, אך אין מכך ליבת מובנית — תפקידה מתבצע על ידי תוכנת CAD, אשר דרך הליבה הגיאומטרית מקimplת את הגיאומטריה. הליבה הגיאומטרית מבצעת חישובים מתמטיים ומגדרה מכיל פאות לא תקינות, תוכנות שונות עם ליבות IFC רק מספק נתונים לפרשנות שלה. אם IFC חיתוכים, בעוד גיאומטריות שונות יכולות להתעלם מהן או להנפיק שגיאות, בהתאם לליבת

יש לענות על השאלה המרכזית, שעליה קשה למצוא תשובה חד IFC בסופו של דבר, כדי לעבוד עם פורמט משמעית - איזה כל, עם איזו ליבת גיאומטריה יש להשתמש כדי להשיג את אינטואטיב הנთונים, שהיתה IFC? ממנה התקבל CAD לפרויקט במקור בתוכנה

אין אפשרות שימוש ישיר בנוטוני הפרויקט לאוטומציה של תהליכי IFC בעיות אינטואטיב הנותונים ומורכבות פורמט

סגורים CAD לניהוח ועיבוד נתונים, מה שלעתים קרובות מביא את המפתחים לצורך בלתי נמנע להשתמש בפתרונות [65]. בسنة 1994 IFCS עם "גישה אינטואטיבית" לנ נתונים [63], על כך כתוב גם הספק עצמו, שרשם את

בליבת הגיאומטריה יכולות להשתמש רק על ידי צוותי מפתחים IFC-כל התכונות של הצגת גונרציה של פרמטרים בIFC, גדולים, שיש להם ניסיון בעבודה עם ליבות גיאומטריות. لكن, הפרקтика הנוכחית של תכונות ומורכבות פורמט, ויש לה הרבה בשותף עם האסטרטגיה של ספק תוכנה גדולים "לאמץ, להרחיב CAD מועילה בראש ובראשונה לספקי [94] להשמי", כאשר המרכיבות הגוברת של הסטנדרט למעשה יוצרת מהסוגים לשחקנים קטנים בשוק.

הסטרטגיה של ספקים גדולים באסטרטגיה כזו עשויה לכלול התאמת סטנדרטים פתוחים, הוספת הרחבות ופונקציות משליהם, כדי ליצור תלות של משתמשים במודלים שלהם לצורך דוחיקת מתחרים.

שונות, בפועל מלא תפקוד של (BIM) שנועד להיות גשר אוניברסלי בין מערכות IFC פורמט STEP, שונות, בדומה לפורמט CAD אינדיקטור לביעות תאימות בין ליבות גיאומטריות של פלטפורמות ממנו הוא נוצר במקור.

גדולים, אשר יכולים CAD אפשרי רק עבור ספק IFC בסופו של דבר, היום יישום מלא ואיכות של האונטולוגיה להשיקיע משאבים משמעותיים בתחום בכל היישויות ומיפוי שלhn עם הליבה הגיאומטרית הפנימית שלהם, אשר אינה סטנדרט. ספקים גדולים גם יכולים לחתם ביניהם את הפרטימ הטכניים של המאפיינים, אשר עשויים IFC קיימת עבור IFC. להיות לא נגישים אפילו למשתף הפעיל ביותר בארגונים העוסקים בפיתוח הפורטט.

עבור צוותים קטנים ועצמאיים ופרויקטים עם קוד פתוח, השוואפים לתמוך בפיתוח פורמטים אינטראטיביים, היעדר ליבה גיאומטרית הופך לבעה רצינית. לעומת זאת, כמעט בלתי אפשרי לקחת בחשבון את כל המגוון של הדקיות והניסיונות הקשורים בהחלפת נתונים בין פלטפורמות.

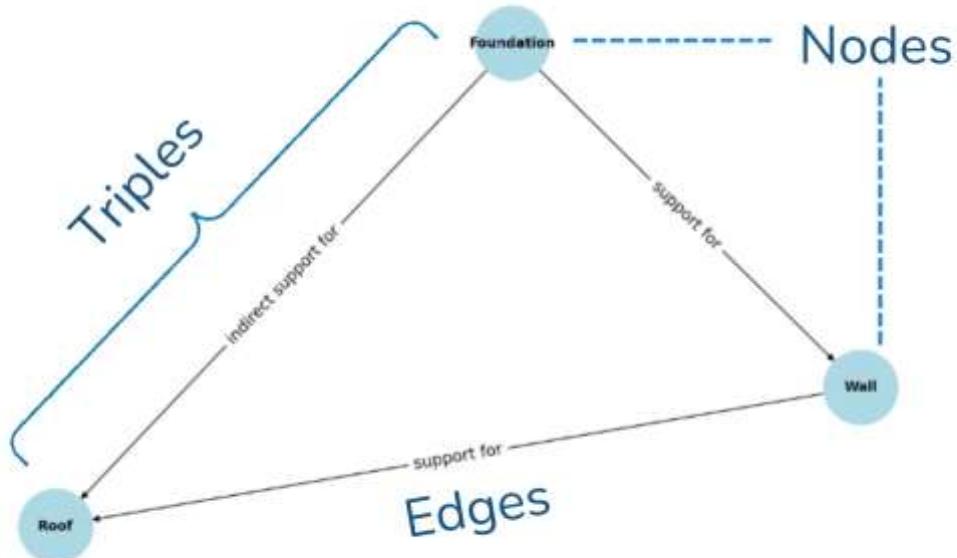
התעוררו דיונים בתעשייה הבנייה על תפקוד BIM-open-הפרטרי ומושג ה IFC עם ההתקפות של פורמט האונטולוגיה והסמנטיקה ניהול נתונים ותהליכיים.

הופעת נושא הסמנטיקה והאונטולוגיה בבנייה

הסמנטיקה IFC בזכות רעיון יצירת האינטרנט הסמנטי בסוף שנות ה-90 ומאמצעי הארגונים העוסקים בפיתוח פורמט ואונטולוגיות הפכו לאחד המרכיבים המרכזיים של הסטנדרטיזציה, אשר נדונה בתעשייה הבנייה עד אמצע שנות ה-2020.

טכנולוגיות סמנטיות הן האחדות, הסטנדרטיזציה והשינוי של כמות גדולה של נתונים הטרוגניים, כמו גם יישום היפוש מורכב.

המוחגת בצדקה, OWL (Web Ontology Language) לשמר נתונים סמנטיים נעשה שימוש בשפת האונטולוגיה, שיכת למודלים גרפיים של נתונים (Resource Description Framework). OWL טריפלט- RDF של גרפי -. על סוגיהם דיברנו בפרק "מודלי נתונים": יחס נתונים וקשרים בין רכיבים



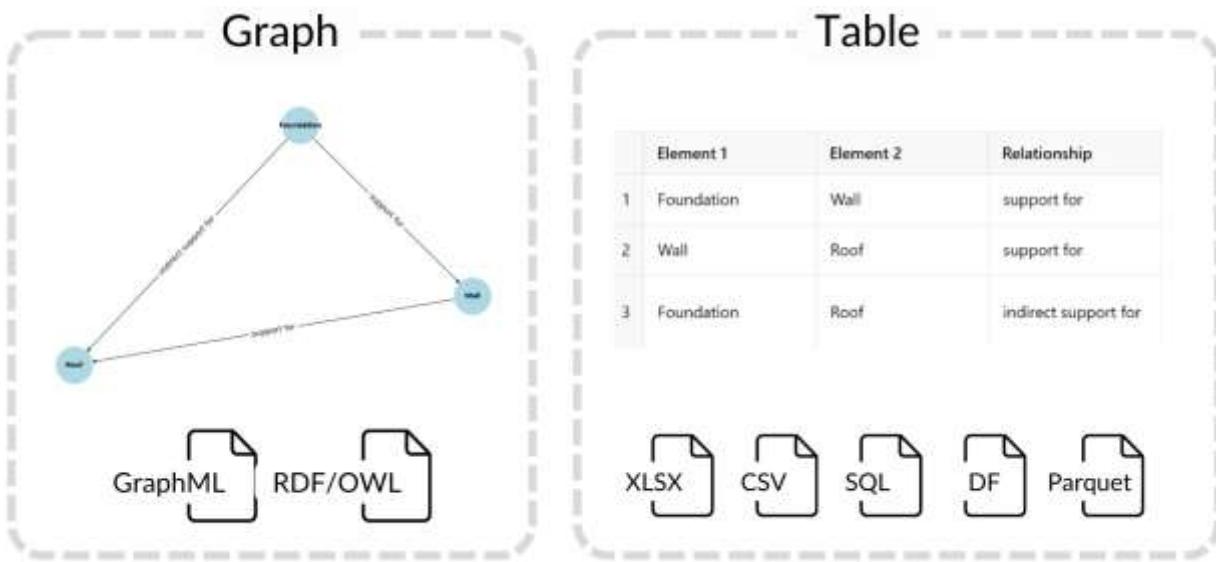
הממחישים את הקשרים בין רכיבי הבניין, (Nodes), וטריפלטים (Edges) (Triples) צמתים RDF מודל נתונים.

תיאורטית, הסקת לוגיקה של ריזונרים (תוכנה להסקה לוגית אוטומטית (אפשרה להפיק הצהרות חדשות על בסיס האונטולוגיות. לדוגמה, אם באונטולוגיה הבנייתית נרשם כי "יסוד הוא תמיכה לקיר", וכי "קיר הוא תמיכה לגג", הריזנר - יכול באופן אוטומטי להסיק כי "יסוד הוא תמיכה לגג".

מנגנון זה מועיל לאופטימיזציה של ניתוח נתונים, מכיוון שהוא מאפשר להימנע מהגדירה מפורשת של כל התחלוות. עם זאת, הוא אינו יוצר ידע חדש, אלא רק מגלה ומסדר את העובדות שכבר ידועות.

הסמנטיקה אינה יוצרת משמעות או ידע חדש מעצמה ואנייה עולה על טכנולוגיות אחרות לאחסון ועיבוד נתונים בהיבט זה. הציגת נתונים מבסיס נתונים רלציוניים בצורה של טריפלטים אינה עשויה אותן יותר משמעויות. החלפת טבלאות במבנה גרפיים עשויה להיות מועילה לאחדות מודלים נתונים, חיפוש נוח ועריכה בטוחה, אך היא אינה עשויה את הנתונים "חכמים" יותר - המחשב אינו מצליח להבין טוב יותר את תוכנם.

קשרים לוגיים נתונים ניתן לארגן גם ללא טכנולוגיות סמנטיות מורכבות. מסדי נתונים רלציוניים מסורתיים (SQL),אפשרים לבנות תלות דומה. לדוגמה, במסד נתונים عمודי ניתן להוסף שדה, CSV או XLSX כמו גם פורמטים גרפים, RDF, OWL, OWL-RDF, או ריזונרים, ולחבר אוטומטית את הגג עם היסוד בעת ייצירת קיר. גישה זו מתבצעת ללא שימוש ב-



השוואת מודלים גרפיים וטבלאים של נתונים המייצגים את אותם קשרים לוגיים.

לעקב אחרי הקונספט של האינטרנט הסמנטי IFC ההחלטה של מספר חברות בנייה גדולות וארגון העוסק בפיתוח פורמט שנראה מבטיח בסוף שנות ה-90, השפיעה באופן משמעותי על פיתוח הסטנדרטים בתעשייה הבניה.

עם זאת, הפודוקס הוא שהקונספט של האינטרנט הסמנטי, שנועד במקור לאינטרנט, לא זכה להפצה רחבה אפילו בסביבתו המקורי של המילא לא הופיע כמעט שתוכנן, והקמתו כבר נראה לא-RDF-OWL המקורית. למרות הפתיחה של סבירה.

מדוע טכנולוגיות סמנטיות אינן עומדות בצליפות בתעשייה הבניה

תשויות אחרות נתקלות בمبرוקות טכנולוגיות בשימוש בסמנטיקה. בתעשייה המשחקים, ניסי לתרוך אובייקטים במשחק, ואינטראקציות שלהם באמצעות אונטולוגיות לא היו יעילים בשל הדינמיות הגבוהה של השינויים. בסופו של דבר יחד עם פתרונות אלגוריתמיים, הפכו להיות מודדים. מצב XML-JSON פורטטים פשוטים יותר של נתונים, כמו דומה התרחש גם בתחום הנדל"ן: בשל הבדלים אזרחיים במונחים ושינויים תכופים בשוק, השימוש באונטולוגיות היה התמודדו טוב יותר עם משימות החלפת נתונים RETS מורכב מדי, בעוד שמשדי נתונים פשוטים וסטנדרטים כמו

קשהים טכניים, כמו מרכיבות הסימון, עלות התחזקה הגבוהה וORITY המוטיבציה של המפתחים, עיכבו את יישום האינטרנט הסמנטי גם בתחום המונוי, ואונטולוגיות היו מרכיבות מדיניות ולא כלכליות (Resource Description Framework).

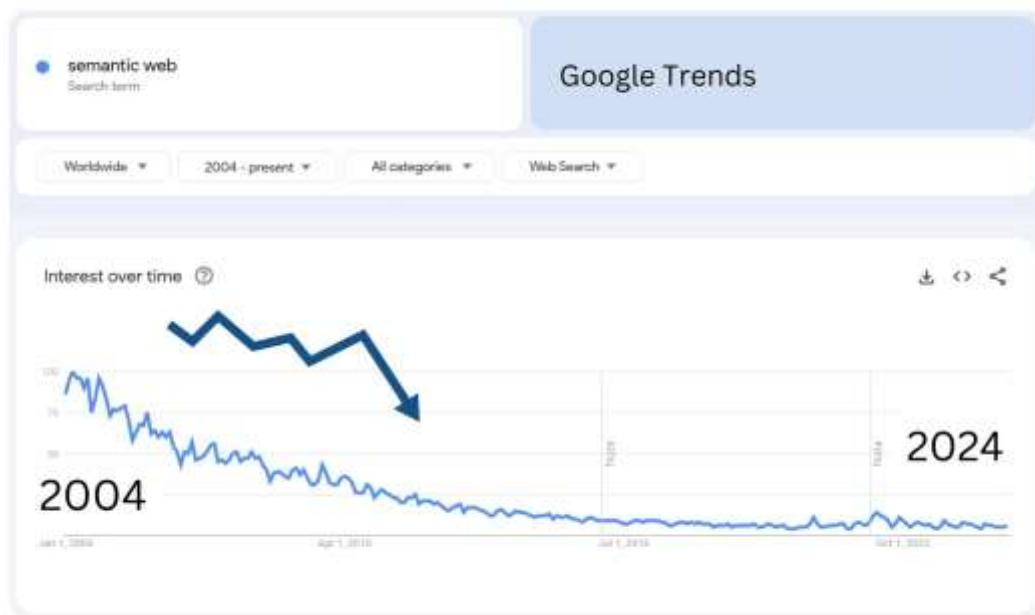
כחותה מכך, הרעיון השאפטני של יצרת אינטרנט סמנטי גלובלי לא התממש. אף על פי שהליך מהאלמנטים של מצוי שימוש בפתרונות ארגוניים, המטרה המקורית של ייצור מבנה נתונים SPARQL-הטכנולוגיה, כמו אונטולוגיות וכול לא הושגה.

הكونספט של אינטרנט שבו מחשבים יכולים להבין את משמעות התוכן התגלה כמורכב טכנית ולא משתלם כלכלית. לכן לצורך IC� RDF-OWL חבות שתוכנו ברעיון זה צמצמו עם הזמן את השימוש בו לכליים מועילים ספציפיים, והשאירו את

בשנים האחרונות האחرونים מאפשרים לארון Google Trends ארגונים מיוחדים, ולא לאינטרנט בכללתו. ניתנה -
-יתכן שאין יותר פוטנציאל לפיתוח האינטרנט הסמנטי.

אין צורך להכפיל ישיות ללא צורך. אם קיימות מספר הסברים לוגיים שאינם סותרים לתופעה כלשהי, המבקרים
אותה באותו מידה, יש להעדיף, בתנאים שווים, את הפשט ביותר מביניהם. הדבר של אוקאם

בבנייה נתונים, אם אפשר לעבד SPARQL-כאן עולה השאלה הגיונית: מדוע בכלל להשתמש בטרייפליים, ריזונרים ו-
הוא SQL באפליקציות ארגוניות? (SQL, Pandas, Apache®) נתונים באמצעות שאילות מובנות פופולריות
לעומת זאת, דורש מבנים גרפיים מורכבים ותוכנה מיוחדת ואינו מושך SPARQL. הסטנדרט לעובדה עם מסדי נתונים
את תשומת הלב של מפתחים לפי מגמות בגוגל.



עניין בשאלות "האינטרנט הסמנטי" לפי סטטיסティקיות גугл 6.19. ריש.

מסדי נתונים גרפיים ועצי סיווג עשויים להיות מועילים במקרים מסוימים, אך השימוש בהם לא תמיד מוצדק עבור רוח
המשימות היומיומיות. בסופו של דבר, יצירתיות גрафי ידע ושימוש בטכנולוגיות של האינטרנט הסמנטי יש משמעות ורך.
כאשר יש צורך לאחד נתונים מקורות שונים או לבצע מסקנות לוגיות מורכבות

המעבר מטבלאות למודלים גרפיים של נתונים מאפשר לשפר את החיפוש ולהאחד את זרימת המידע, אך
אינו עושה את הנתונים ליותר שימושיים עבור מכונות. השאלה אינה אם יש להשתמש בטכנולוגיות
סמנטיות, אלא היכן הן באמת מביאות תועלתה. לפני שטמיעים אונטולוגיה, סמנטיקה ומסדי נתונים
גרפיים בחברה שלכם, בדקו אילו חברות כבר משתמשות בהצלחה בטכנולוגיות אלו, ואיפה הן לא עמדו
בציפיות.

למרות הציפיות השאפטניות, טכנולוגיות סמנטיות לא הוכיחו לפתרון אוניברסלי למבנה נתונים בתעשייה הבניין. בפועל
טכנולוגיות אלו לא הגיעו לפתרון אוניברסלי, אלא רק הוסיףו מורכבות חדשנית, והמאזים הללו משקפים את השאיפה

להלן מוממשות של רעיון האינטרנט הסמנטי, שבו הציפיות עלן בהרבה על המציאות.

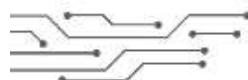


מורכבות ועדר נתונים מפושטת לנition CAD-BIM-ו גיאומטריה ומידע בתהליכי בנייה: מערכות 6.110 ריש.

Tו, היכישלונות של האינטרנט הסמנטי הוקצו על ידי הופעת טכנולוגיות חדשות (נתונים גדולים IT-ם בתחום או להפעלה הבניין אין סיבוב כלשהו, AR/VR), למידה מכונה

מעבר לבניות בשימוש בקומפקטים להעברת קשרים בין נתונים בין רכבי הפרויקט, קיימת בעיה בסיסית – זמינות הנתונים עצמן. בתעשייה הבניין עדין שלטון מערכות סגורות, המקשות על עבודה עם נתונים, חילופי מידע ושיפור הייעילות של התהליכים.

בדוק האופי הסגור של הנתונים הופך לאחד מהמכשולים המרכזיים המונעים את התפתחות הפתרונות הדיגיטליים בבניין כל תוכנה משתמש (CAD) (BIM) שבה פורמטים פתוחים ומאוחדים הפכו לסטנדרט, במגזר IT-בניגוד לתעשייה ה-בפורמט ייחודי משלה, מה שיוצר אקויסיטומות סגורות ומגביל את המשתמשים באופן מלאכותי.



פרק 6.2. פורמטים סגורים של פרויקטים ובעיות אינטראטיביות

CAD (BIM) נתונים סגורים וירידת פרודוקטיביות: פינה ללא מוצא בתעשייה

הביאו לכך שככל תוכנה יש לה פורמט נתונים ייחודי, שהוא או סגור ואינו נגיש CAD האופי הпроფирטארי של מערכות או נגיש בצורה החז-מודנית דרך תהליך המרת מרכיב למדוי - RVT, PLN, DWG, NDW, NWD, SKP, - מבחויז - JSON, XML (CPIXML), IFC, STEP-ifcXML, IfcJSON, BIMJSON, IfcSQL, CSV.

פורמטים שונים של נתונים, שבהם ניתן לאחסן את אותם נתונים על אותו פרויקט, אלא רק שմבדלים במבנה, אלא כוללים גם גרסאות שונות של תיוג פנימי, שעל המפתחים לקחת בחשבון כדי להבטיח תאימות של יישומים. לדוגמה של שנת 2026, אך אותו פרויקט לא יפתח לעולם בכל הגרסאות CAD של שנת 2025 יפתח בתוכנת CAD פורמט של תוכנת CAD 2025 לשילוב.

ambilי לספק גישה ישרה למסדי נתונים, ספקי תוכנה בתעשייה הבנייה לעיתים קרובות יוצרים פורמט ייחודי וכליים אלו, שעל המומחה (מהנדס מתכנן או מנהל נתונים) להשתמש בהם כדי לגשת, ליבא וליציא נתונים.

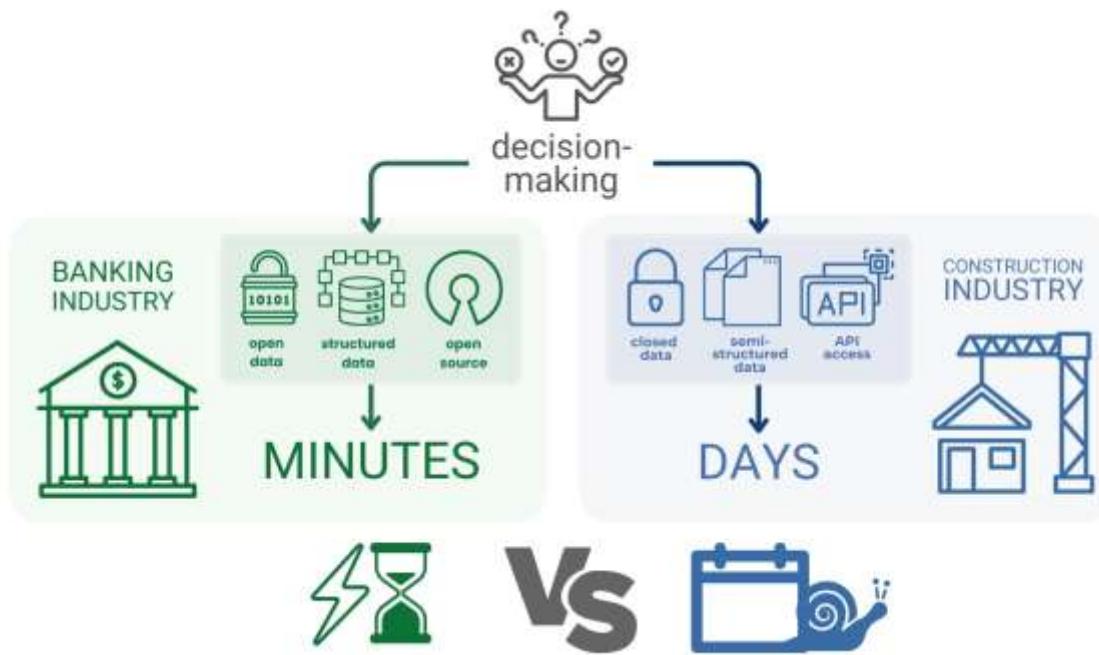
מעלים באופן קבוע את המחיר על השימוש (ERP/PMIS) (BIM) CAD כתוצאה מכך, ספקים במורים, והמשתמשים הרגילים נאלצים לשלם "עללה" בכל שלב של העברת נתונים בפורמטים: על חיבור, ייבוא, יצוא. ועובדה עם נתונים שהמשתמשים יצורך עצמן.

פופולריים בשנת 2025 הגיעו לדולר אחד לכל עסקה (BIM)- CAD עלות הגישה לנתונים באחסון בענן מוצרי בנייה עבור חברות ביינלאומיות מגיעים לסכומים של חמישה ושישה ספרות בשנת ERP ומנוים על מוצריהם.

מהות תוכנת הבנייה המודרנית היא שלא האוטומציה או העלאת הייעילות, אלא יכולת של המהנדסים להבין תוכנה ספציפית מאוד משפיעה על איזות ועלות עיבוד הנתונים של פרויקט הבנייה, כמו גם על הרווחיות והקיים ארוך הטווה של חברות המישמת פרויקטים בנייה.

שימושים בעשרות מערכות ובמאות תהליכי, וככתוצאה מכך, חוסר גישה למסדי נתונים של מערכות תקשורת אינטואיטיבית בין אנשי מקצוע שונים, הביא את תעשיית הבנייה למעמד של אחד הסקטוריים הבלתי עילום ביותר. בכללה מבחינת פרודוקטיביות.

טכנולוגיות בנייה, (ERP) הופעת מערכות חדשות, (BIM)- CAD במהלך 20 השנים האחרונות של שימוש בתכנון חדשות וחומרם, פרודוקטיביות של כל תעשיית הבנייה ירדה ב-20%, בעוד שהפרודוקטיביות הכלולת של כל הסקטוריים -בכללה, שאין להם בעיות גישה גדולות למסדי נתונים ודומיהם, עלתה ב-70% (96% בתעשייה המעובדת)



בשל הביצוע והמורכבות של נתוני הפרויקטים, שעליהם תלויים عشرות מחלקות ומאות תהליכי בתעשייה הבניה, מהירות קבלת החלטות נמוכה מכמה פעמים מאשר בתעשייה אחרות.

חברת הבניה הגדולה CAD. עם זאת, ישנו גם דוגמאות בוודאות לגישות חלופית לצירוף אינטראבליליות בין פתרונות שהחל כבר בשנת 2018, מדגימה כיצד ניתן להציג מולוגיקה הקלאליסט של SCOPE ביותר באירוע עם פרויקט או להסתמך על ליבוט גיאומטריות קנייניות, המפתחים של IFC במקומם לנוסות להכין את CAD (BIM). מערכות שונות, להמירם לפורמטים CAD של הנדסה הפוכה כדי להציג נתונים מתוכניות מ-SDK-וב API-משתמשים בSCOPE ולהשתמש בהם באמצעות OCCT, או בסיס ליבת גיאומטריה פתוחה CPIXMLE או OB-J ניטרליים כמו של חברות בניה ועיצוב. עם זאת, למروת התקדמות של הרעיון, פרויקטים כאלה מתמודדים עם מגבלות ומורכבות שלLIBINT גיאומטריות הינומיות והם עדין נשאים חלק מאקויסיטומות סגורות של חברה אחת, המיצירות את הלוגיקה של פתרונות חד-ספקים.

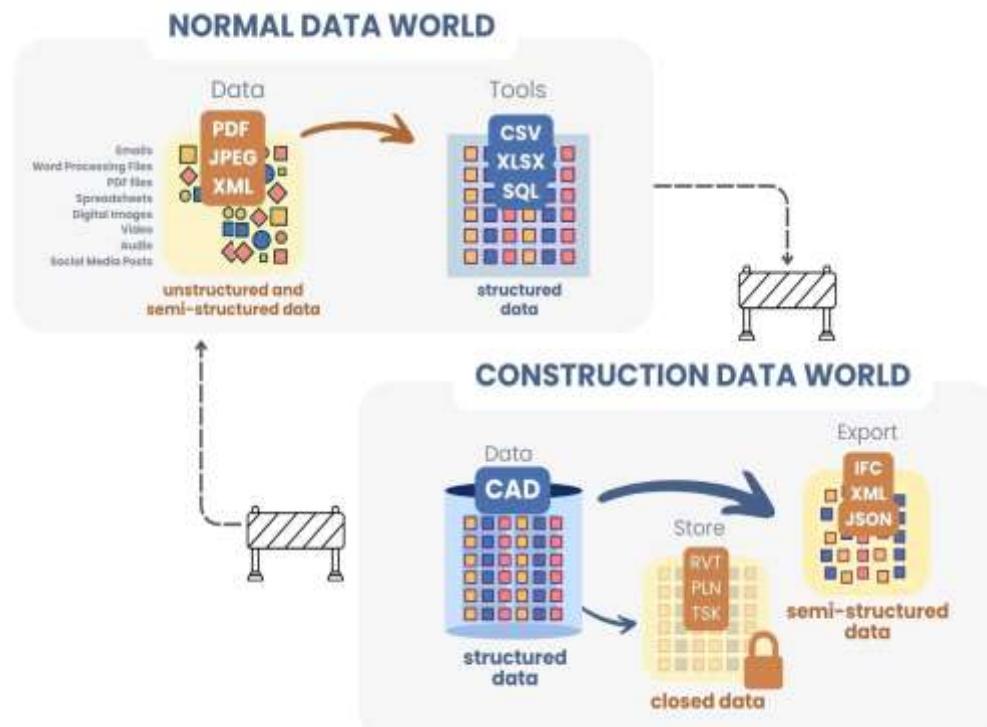
בשל המוגבלות של מערכות סגורות והבדלים בפורמי הנתונים, כמו גם חוסר הכלים הייעילים לאיחוד שלהם, חברות מתמודדות עם הצטברות של כמויות משמעותיות של נתונים בדרגות שונות של מבנה CAD הנאלצות לעבוד עם פורטמי וסגורות. נתונים אלה אינם מנוצלים כראוי ונעלמים/arcanos, שם עם הזמן הם נשאים נשכחים ולא בשימוש.

נתונים שהושגו בעמל רב בשלב התכנון, בשל המורכבות והסגורות שלהם, הופכים להיות בלתי נגישים לשימוש נוסף.

כתווצה לכך, במשך 30 השנים האחרונות, מפתחים בתעשייה הבניה נאלצים להתמודד שוב ושוב עם אותה בעיה: כל פתוחות וסגורות קיימות. ניסיונות CAD פורטט סגור חדש או פתרון קנייני יוצר צורך באינטגרציה עם מערכות שונות רק מסבכים את האקויסיטומה של הנתונים CAD-BIM-ו CAD מהמשיכים להבטיה אינטראבליליות בין פתרונות, במקוםקדם את הפשטה וסטנדרטיזציה שלה.

ミתוס האינטראטיביות בין מערכות CAD

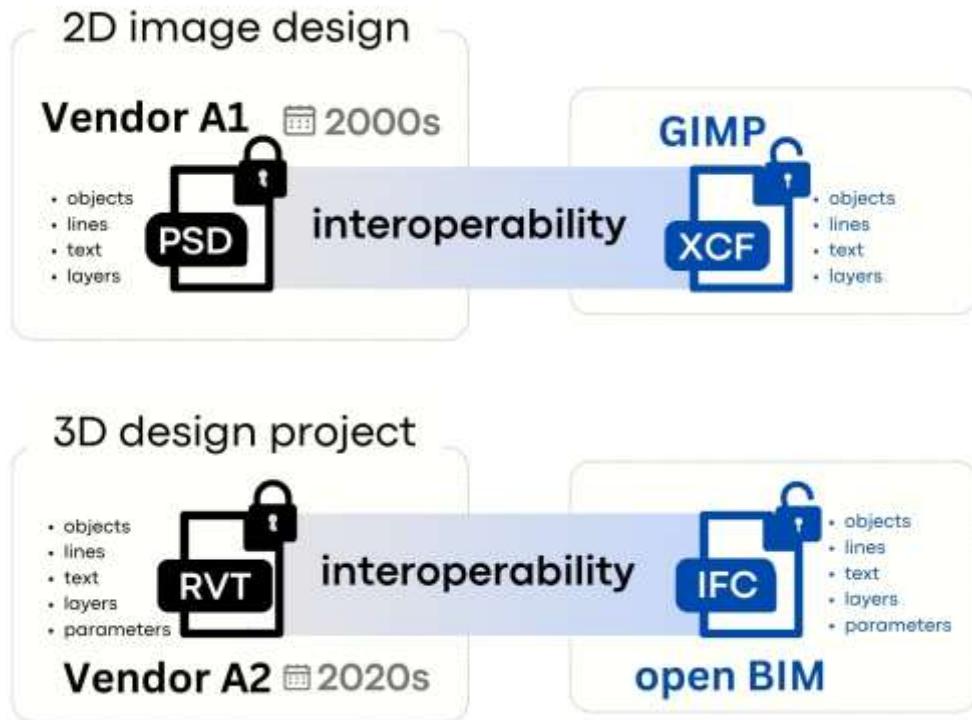
DWG היה פריצת הפורט הקנייני CAD אם באמצע שנות ה-90 הכוון המרכז של פיתוח האינטראטיביות בסביבה ובפתחת הפורט הפופולרי ביותר של שרטוטים עבר כל תעשיית הבניה Open DWG שהשתימה בניצחון של ברית - אז באמצע שנות ה-2020 הדגש השתנה. בתעשייה הבניה מתפתחת מגמה חדשה: צוותי מפתחים רבים מתמקדים - (פתוח BIM) ופתרונות פתחים IFC פורט, (סגור BIM) סגורות CAD ביצירת מה שמכונה "גשרים" בין מערכות המספקות חיבור טכני בין פלטפורמות, OCCT וליבת גיאומטריה IFC רוב היוזמות הללו מבוססות על השימוש בפורט שוניות. גישה זו נחשבת לכיוון מבטיח, שיכל לשפר באופן משמעותי הנחותים ולהגבר את התאמת הכלים התוכנתיים.



CAD בעוד שענפים אחרים עובדים עם נתונים פתוחים, תעשיית הבניה נאלצת לעבוד עם פורמטים סגורים או חלשים-מובנים של (BIM).

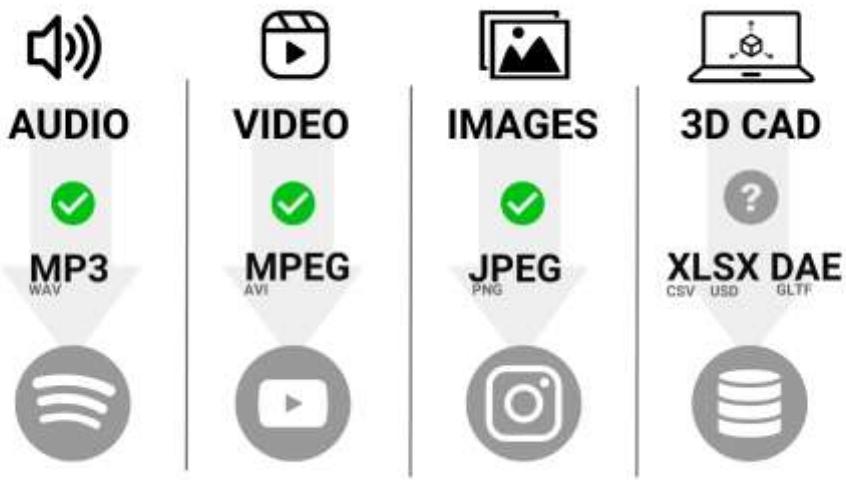
גישה דומה יש לה מקבילות היסטוריות. בשנות ה-2000, מפתחים, בניסיון להתגבר על הדומיננטיות של הספק הגadol ניסו ליצור אינטגרציה חלקה בין הפתרון הקנייני שלו לבין (D)בעלום ה-2) ביותר של תוכנות ערך גרפיקה, או, כמו היום בבניה, מדובר בניסיון לחבר בין מערכות סגורות ופתוחות GIMP האלטרנטיביה החינמית בקוד פתוח -תוך שמירה על פורטרים מורכבים, שכבות ולוגיקה פנימית של פועלות התוכנה

עם זאת, המשמשים למעשה חיפשו פתרונות פשוטים - נתונים שטוחים ופתוחים ללא מרכיבים מיותרת של שכבות, המשמשים שאפו לפורטם פשוטים ופתוחים של נתונים. CAD-أنלוגיים לארץ הגיאומטרי ב) ופורטרים בתוכנות כיום הם בשימוש ברשות. JPEG, PNG-GIF, GIF-JPEG, HTML-חותמים לוגיקה מיותרת. בתחום הגרפיקה, פורטרים כאלה הפכו לחרבות, באתר אינטרנט ובישומים - הם מעובדים ומפורשים בקלות, ללא תלות בפלטפורמה או ביצרן התוכנה.



6.23 GIMP ויזואלייזציה: החלפת פורמטים של נתונים במבנה דומה למסלול שנעשה בניסיון לחבר בין מוצר קנייני פופולרי לבין קוד פתוח בשנתה ה-2000.

עבור יישומים כמו PSD או XCF כתוצרת מכון, בתעשייה התמונה כיום כמעט אלף לא משתמש בפורמטים סגורים כמו רשותות חברותיות כמו פייסבוק או אינסטגרם או תוכן באתר אינטרנט. במקרה זאת, ברוב השימושות נעשה שימוש, המבטיחים פשיות שימוש ותאמיות הרחבה. פורמטים פתוחים JPEG, PNG, GIF-ו-GIF,JPEG, GIF-ו-PNG, JPEG-ו-PNG כמו הפקו לסטנדרט בהחלפת תמונות בזכותו הרבעגניות שלהם והתמייה הרחבה, מה שמקל על השימוש בהם בפלטפורמות שונות. מעבר דומה מתרחש גם בפורמטים אחרים להחלפה, כמו וידאו ואודיו, שבהם פורמטים בולטים בזכות הייעילות של דרישת הנתונים והתאמיות הרחבה. המעבר הזה MPEG-ו-MP3 אוניברסליים כמו לסטנדרטיזציה הפרק את ההחלפה והשזהור של תוכן ומידע לפשוטים יותר, והפרק אותם לנגישים לכל המשתמשים בפלטפורמות שונות.

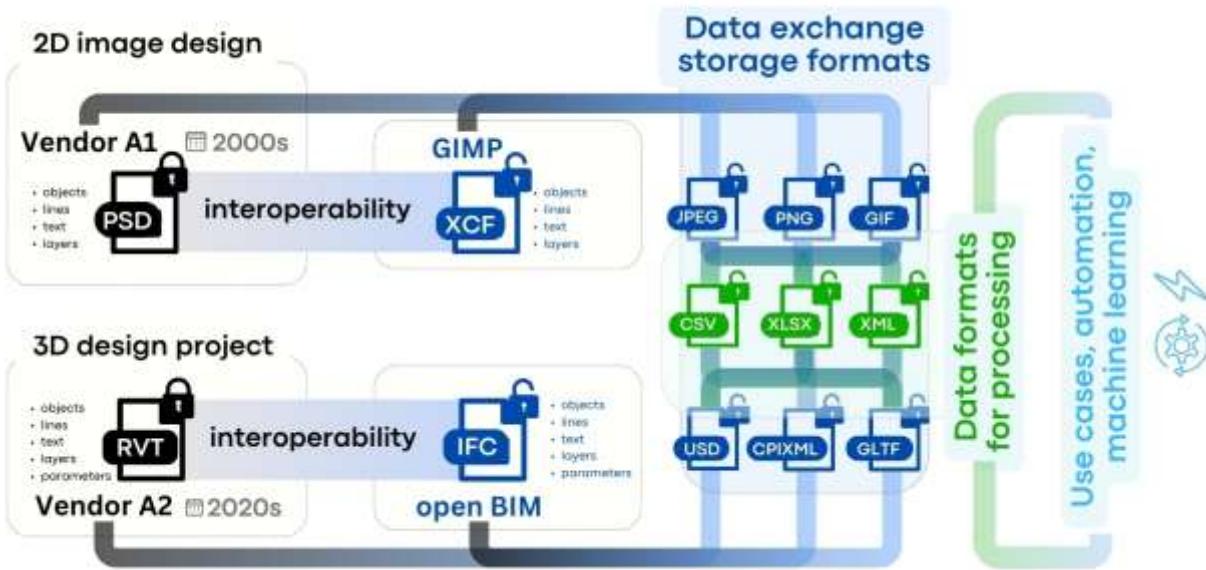


ויזואלייזציה 6.24: פורמטים פשוטים ללא פונקציות עERICA מרכיבות הפקו לפופולריים להחלפת נתונים ושימוש בהם.

זהליכים דומים מתרחשים גם במדיה תלת-ממדית. פורמטים פשוטים ופתוחים כמו USD, OBJ, glTF, DAE, DXF, פורמטים אלה שומרים CAD (BIM). נועשים בשימוש גובר בפרויקטים להחלפת נתונים מחוץ לביבה SQL-XLSX-ו BREP את כל המידע הנדרש, כולל גיאומטריה ומטא-נתונים, מבלי צורך לתפעל מבנה מורכב של המוצעים NWC, SVF, SVF2, CPIXML-CP2, או מסוגים פנימיים של ספקים ספציפיים. פורמטים קנייניים, כמו על ידי ספקי תוכנה מוביילים, מבצעים גם הם פונקציות דומות, אך נשארים סגורים, בניגוד לסטנדרטים הפתוחים noteworthy (and it is worth reminding once again, as already noted in the previous chapter) that this idea - the rejection of intermediate neutral and parametric formats such as IGES, STEP, and IFC - was supported back in 2000 by the main CAD vendor, which created the BIM Whitepaper and registered the IFC format in 1994. In the 2000 Whitepaper "Integrated Design and Production," the CAD vendor emphasizes the importance of native access to the CAD data repository within the software environment, without the need to use intermediate translators and parametric formats to maintain the completeness and accuracy of information.

The construction industry still needs to agree on either the tools for accessing CAD databases, or their forced reverse engineering, or the adoption of a common simplified data format for use outside CAD platforms (BIM). For example, many large companies in Central Europe and German-speaking regions operating in the construction sector use the CPIXML format in their ERP systems. This proprietary format, which is a type of XML, combines CAD project data (BIM), including geometric and metadata, into a single organized simplified structure. Large construction companies are also creating new proprietary formats and systems, as seen in the SCOPE project mentioned in the previous chapter.

The closed logic of parametric CAD formats or complex parametric IFC (STEP) files are often redundant in most business processes. Users are looking for simplified and flat formats such as USD, CPIXML, XML&OBJ, DXF, glTF, SQLite, DAE&XLSX, which contain all the necessary information about the elements but are not burdened by the excessive logic of BREP geometry construction, dependence on geometric kernels, and internal classifications of specific CAD and BIM products.-



For most use cases, users choose the simplest formats that are not dependent on vendor software

The emergence of flat image formats such as JPEG, PNG, and GIF, free from the excessive logic of internal vendor engines, has contributed to the development of thousands of compatible solutions for processing and using graphics. This has led to the emergence of a variety of applications, from retouching and filtering tools to social networks such as Instagram, Snapchat, and Canva, where these simplified data can be used without being tied to a specific software developer.

Standardization and simplification of CAD design formats will stimulate the emergence of many new convenient and independent tools for working with construction projects.

The rejection of the complex logic of vendor applications tied to closed geometric kernels and the transition to universal open formats based on libraries of simplified elements creates the prerequisites for more flexible, transparent, and efficient data management. This also opens access to information for all participants in the

construction process - from designers to clients and operational services.

inson שוב לשנות את הדגש בדיון על אינטראטיביות וגישה CAD עם זאת, יש סבירות גבוהה שבשנים הקרובות ספקי מדובר כבר על "קונספטים חדשים" - כמו נתונים גרגולריים, גרפים אינטלקטואליים, מוחלים CAD. למסדי נתונים של פדרטיביים, "דיגיטליים תאומים במאגרי ענן - וכן על יצירה בריתות וסטנדרטים תעשייתיים, הממשיכים את הזרק של למרות המינהה המושך, יוזמות כאלה עשויה שוב להפוך לכלי לשימוש משתמשים במסגרת BIM-open BIM. USD (Universal Scene Description) אקוסיסטמות קנייניות. דוגמה אחת היא הקידום הפעיל של פורמט הحل (USD-CAD החדש משנת 2023 כ'טנדרט חדש" לאינטראקציה בין פלטפורמות ב-

נתונים גרגולריים USD-המעבר ל

בשנת 2023 מסמנת תפנית חשובה בתעשייה הבנייה. אנו עדים להתחלה של מציאות חדשה AOUSD הופעת הברית בעבודה עם נתונים בנייה דרך כמה שינויים משמעותיים. השינוי הראשון והמשמעותי ביותר נוגע CAD המוצרת על ידי ספקי אנשי מקצוע המעורבים בשלבים המוקדמים של תכנון קונספטואלי מבנים יותר ויותר כייצרה CAD. לתפיסת נתונים היא רק נקודת התחילת. הנתונים הנוצרים במהלך התכנון הופכים עם הזמן לבסיס לניתוח, הפעלה CAD פרויקט בסביבה ניהול של אובייקטים. זה אומר שהם צריכים להיות זמינים ומתחאים לשימוש במערכות החורגות מגבולות הכלים CAD. המסתורתיים של

BIM המוביל בתעשייה, שיצר את הקונספט CAD במקביל לכך מתרחשת מהפכה בגישות של המפתחים המובילים. ספק מבצע תפנית בלתי צפוייה באסטרטגייה שלו. החל משנת 2023 החברה מתרכחת מאחסון נתונים IFC ואת פורמט בקבצים נפרדים, וממקדת את מאמציה בעבודה עם נתונים גרגולריים (נורמליזציה ומבנה (עם מעבר לגישה מונחת נתונים).

ספקים עוקבים אחרי מגמות היסטוריות של תעשיות אחרות: לרוב המשתמשים לא נדרש פורמטים עם לוגיקת IFC-GIMP-ડומים (IFC או קבצים פרטוריים מורכבים של PSD-ડומים ל) CAD סגורים של אינטגרם של CAFM-שכבות. הם זוקקים לתרומות פשוטות של אובייקטים שניין להשתמש בהם בפיסבוק (ובאלפי תהליכי אחרים, המלאים בטבלאות ERP, הבניה PDF. ובסמכי Excel

המגמות הנוכחיות בתעשייה הבנייה יוצרות פוטנציאל לנסיגת הדרגתית מפורמטים פרטוריים ומורכבים לטובת פורמטים עם מידע גם בתחום פורמטים היברידיים, וגם) USD, GLTF, DAE, OBJ J יותר אוניברסליים ועצמאיים כמו בפורמטים מובנים או חלשים. (מניגים היסטוריים, כולל חבורות תכנון גאזולות ביותר, שבעבר קיימו באופן פעיל את IFC מדגימים את הפשטות והאוניברסליות שלו. ההטמעה, באמצעות USD, שבסוף שנות ה-90, היום מקדים בגלוי את הפורמט Blender, Unreal Engine ואנטרכזיה פעולה בכלים כמו GLTF-במושרים, התאמת ל USD ההמוני של Omaverse, מעידה על הפוטנציאל להתחלה פרדיגמה חדשה בעבודה עם נתונים. לצד הפופולריות של פתרונות האירופיים הפופולריים, עשוי חזק את מעמד ERP-המשמש ב, CPIXML - שיטה אירופי USD מקומיים, כמו פורמט USD-ה מה, כבר מתאימים את האסטרטגיה שלהם ל IFC במרכזי אירופה. ארגונים העוסקים בפיתוח פורמט USD-ה שמאשר את הבלתי נמנע של השינוי

Technical Specifications				Comparison / Notes
File Structure	Monolithic file	Uses ECS and linked data	IFC stores all data in one file; USD uses Entity-Component-System and linked data for modularity and flexibility	
Data Structure	Complex semantics, parametric geometry	Flat format, geometry in MESH, data in JSON	IFC is complex and parametric; USD is simpler and uses flat data	
Geometry	Parametric, dependent on BREP	Flat, MESH (triangular meshes)	IFC uses parametrics; USD uses meshes for simplified processing.	
Properties	Complex structure of semantic descriptions	Properties in JSON, easy access	Properties in USD are easier to use thanks to JSON	
Export/import	Complex implementation, dependent on third-party SDKs	Easy integration, wide support	USD integrates more easily and is supported in many products	
Format Complexity	High, requires deep understanding	Low, optimized for convenience	The time required to understand the structure of the file and the information stored in it.	
Performance	Can be slow when processing large models	High performance in visualization and processing	USD is optimized for speed and efficiency. Simulations, machine learning, AI, smart cities will be held in the Nvidia Omniverse	
Integration with 3D Engines	Limited	High, designed for graphics engines	USD excels with native support for real-time visualization platforms	
Support outside CAD Software	BlenderBIM, IfcOpenShell	Unreal Engine, Unity, Blender, Omniverse	USD is widely supported in graphics tools	
Cloud Technology Support	Limited	Well-suited for cloud services and online collaboration	USD is optimized for cloud solutions	
Ease of Integration into Web Applications	Difficult to integrate due to size and complexity	Easy to integrate, supports modern web technologies	USD is preferable for web applications	
Change Management	Versions through separate files	Versioning built into the format core	IFC handles changes via separate files, while USD embeds versioning directly into its structure	
Collaboration Support	Supports data exchange between project participants	Designed for collaborative work on complex scenes	USD provides efficient collaboration through layers and variations	
Learnability	Steep learning curve due to complexity	Easier to master thanks to a clear structure	USD is easier to learn and implement	

ריש 6.26 IFC והשוואת מפרטיו טכנולוגיה של פורמטים.

עשוי להפוך לסטנדרט דה פקטו, מבטיח להtagבר על מגבלות רובות הקשורות בעיקר USD, על הרקע זהה הקיימים ותלויים בפרשנות של ליבות גיאומטריות (BIM) - CAD- (IFC) למורכבות של פורטטים.

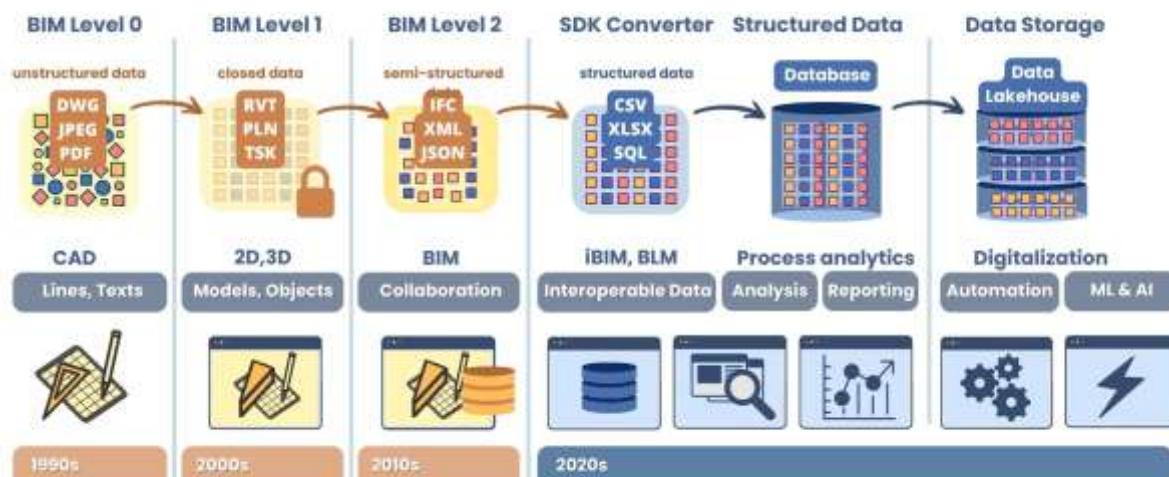
עם מידע USD, gLTF, DAE, OBJ פורטט נחונים פשוטים כמו IFC-פרטוריים ומורכבים CAD במקומם פורטטים. יוכו למקום בתעשייה הבניה בזכות הפשטות והגמישות שליהם CSV, XLSX, JSON, XML-CSV-ΜΤΗ רכיבים ב-Ημίουן ל-IFC-השינויים הנוכחים בתעשייה הבניה נראים ממבט ראשון כמו פריצת דרך טכנולוגית הקשורה למעבר מכתב עצמו על IFC שפיתחה את CAD המודרני יותר. עם זאת, יש לקחת בחשבון שכבר בשנת 2000, אותו סוף USD - הבעיות שלו ועל הצורך לגישה למסדי נתונים, ועכשו הוא מוביל באופן פעיל את המעבר לסטנדרט החדש USD.

ור"עינות "חדש" לניהול נתונים מפורטים, דרך אפליקציות USD מאחרי חזית "הנתונים הפתוחים" של עשויה להסתדר כוונה של ספקים לmono-pol על ניהול נתונים פרויקטים CAD, ענן שמתחליםקדם ספקיהם שבהם המשמשים מוצאים את עצם במצב שבו הבחירה בפורמט קשורה יותר לאינטראטיביים תאגידים מאשר לצרכים אמיתיים.

ניתוח של עבודות מרכזיות מראה כי המטרת העיקרית של שינוי נתונים אלה היא לא דוקא נוחות המשתמשים, אלא בראש ובראשונה שמירה על שליטה על האקוסיסטמות וזרמי הנתונים לטובת הספקים, שלא הצליחו במשך 40 שנה לספק גישה למסדי נתונים של CAD.

יתכן שעכשיו הגיע הזמן לחברות להפסיק לחכות לרעינות חדשניים מספקי התוכנה ולהתמקד בפיתוח עצמאי בכיוון מונחה נתונים. שחרר מהבעיות של גישה לנ נתונים, דרך כלים של הנדסה הפוכה, יאפשר לתעשייה לעبور לאופן עצמאי לכלים מודרניים, חינמיים ונוחים לעבודה וניתוח נתונים, מבלי להיות כפויים לרעינות חדשניים שמוכתבים.

CAD (BIM) Maturity Levels: From Stage 0 to Structured Data



6.27 רמת בשנות CAD (BIM): מנתונים לא מבנים נתונים מובנים ולאחסון. ריש.

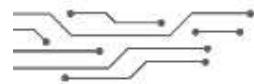
גישה למסדי נתונים, נתונים פתוחים ופורמטים יפהכו ללא ספק לסטנדרט בתעשייה הבניה, ללא קשר לניסיונות הספקים לשבב את התהליך הזה - זו רק שאלה של זמן. קצב המעבר הזה עשוי/agadol לשימושה אם יותר ויתר אנשי זמינים להנדסה הפוכה, המאפשרים גישה SDKs-מקצוע יכירות פורמטים פתוחים, כלים לעבודה עם מסדי נתונים ו-CAD.- ישירה לנתונים של מערכות

העתיד הוא נתונים פתוחים, מאוחדים ו נגישים לניתוח. כדי להימנע מהתלוות בפתרונות של ספקים ולא למצוות עצם כבולים לאקוסיסטמות סגורות, חברות בניה ועיצוב ייאלצו בשלב כלשהו להמר על פתיות ועצמות, בבחירה פורמטים ופתרונות המבטיחים שליטה מלאה על הנתונים.

נתונים שנוצרים היום בתעשייה הבניה יפהכו למשמעות מרכזי לקבלת החלטות עסקיות בעתיד. הם יישמשו כدلלק

אסטרטגי, המונע את ההשתתפות והיעילות של חברות הבניה. העתיד של תעשיית הבניה טמון ביכולת לעבוד עם נתונים ולא בבחירה פורמטים או מודלים של נתונים.

CAD לבין פורמטים פרופירטוריים של USD, gITF, DAE, OBJ כדי להבין את הבדל בין פורמטים פתוחים כמו - פרמטרי, חשוב לשקל אחד מהאלמנטים המורכבים והחשובים ביותר בתוכנים בהדמיה ובחישובי פרויקטים הגיאומטריה ותהליכי הייצור. כדי להבין כיצד נתוני גיאומטריה הופכים לבסיס לניטוח ולהישובים בבניה, יש צורך לחקור לעומק את המנגנונים של ייצור גיאומטריה, המרתה ואחסונה.



פרק 6.3. גיאומטריה בבנייה: מקוים לקוביות

מתי קווים הופכים לכסף או למה גיאומטריה חשובה לבוניים

גיאומטריה בבנייה היא לא רק הדמיה, אלא גם הבסיס לחישובים כמותיים מדויקים. במודל הפרויקט, הגיאומטריה עם מאפיינים נפחים חשובים, כמו אורך, שטח ונפח (3.116 איור) משילה את רשימות הפרמטרים של האלמנטים ערכיהם אלו של פרמטרים נפחים מחושבים אוטומטית בעזרת ליבות גיאומטריות ומהווים את נקודת המוצא עבור אומדנים, להחות זמינים ודוגמי משאבים. כפי שכבר דנו בחלק החמישי של הספר ובפרק "חישובי עלות ואומדנים של ERP מהווים את הבסיס עבור מערכות CAD פרויקטים בנייה", פרמטרים נפחים של קבוצות אובייקטים מודולרי PMIS מודרניות. הגיאומטריה משחקת תפקיד יסודי לא רק בשלב התכנון, אלא גם בניהול ביצוע הפרויקט, בברחת משפיע ישירות על התוצאה: מהתקציב CAD אורך כמו אמה וקוביט, כך גם היום הדיק בפרשנות הגיאומטריה בתוכנות - והזמן ועד לבחירת קבלנים ולוגיסטיקת אספקה.

בתנאי תחרות גבואה ותקציב מוגבל, הדיק של חישובי הנפח, התליי ישירות בגיאומטריה, הופך לגורם מודרניות תלויות ישירות במאפיינים נפחים מדויקים המתקבלים ממודול ERP הישרות. מערכות CAD לנן, תיאור גיאומטרי מדויק של אלמנטים הוא לא רק הדמיה, אלא כל' מפתח בניהול עלויות BIM-ו. זמינים בבנייה.

- היסטורית, גיאומטריה הייתה השפה העיקרית של אינטראקציה הנדסית. מהקוים על פפiros ועד מודלים דיגיטליים שרטוטים וייצוגים גיאומטריים שימשו כאמצעי להעברת מידע בין מעצבים, מנהלי עבודה ומעריכי עלויות. לפני הופעת המחשבים, חישובים בוצעו ידנית, בעורת סרגלים ומחוגות. היום, משנה זו אוטומטית הוודת למידול נפח: ליבות ממיראות קווים ונקודות לגופים תלת-ממדים, מהם נשלפות אוטומטית כל המאפיינים גיאומטריות של תוכנות הנדרשים.

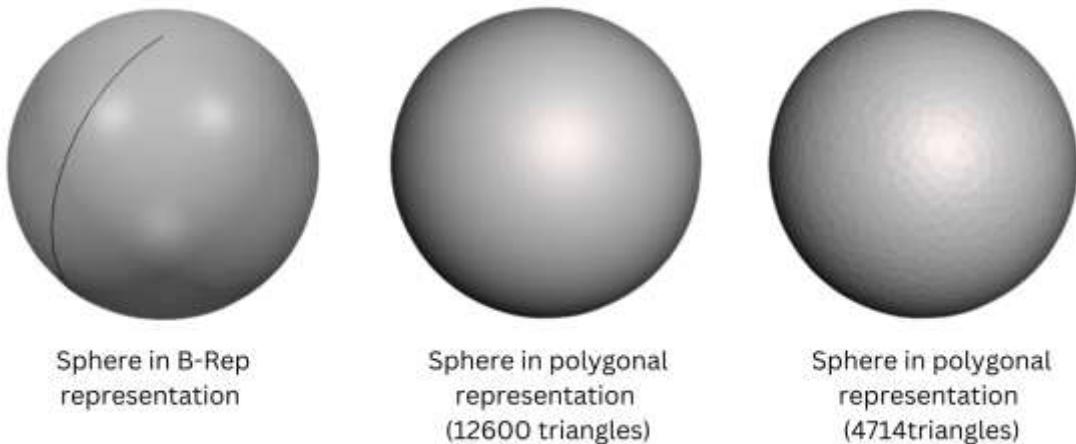
CAD יצרת אלמנטים גיאומטריים לחישובים מתבצעת דרך משק המשמש של תוכנות, העבודה בתוכנות להמרת נקודות וקוים לגופים נפחים, נעשה שימוש בליבה גיאומטרית, המבצעת את המשימה המרכזית - המרת (BIM). גיאומטריה למודלים נפחים, מהם לאחר האפרוקסימציה מחושבים אוטומטית המאפיינים הנפחים של האלמנט.

ckoim lnphim: Citzd Shetah vnpah hovpcim lntvomim

בפרקтика ההנדסית, נפחים ושטחים מחושבים על בסיס משטחים גיאומטריים, המתוירים אגוליטית או דרך מודלים (יצוג גבולות של אלמנטים) BREP במסגרת (רצינולים לאחדים-B-splines) NURBS פרמטרים, כמו.

-זו שיטה מתמטית לתיאור קוים ומשטחים, בעוד ש - (רצינולים לאחדים B-Splines) NURBS היא מבנה לחיבור גיאומטריה תלת-ממדית מלאה של אובייקט, כולל גבולותיו, שנחנן להגדרם BREP באמצעות NURBS.

הם דורשים משאים החשובים חזקים ואלגוריתמים מורכבים. עם זאת, חישובים, BREP-NURBS ישירים על תיאורים מתמטיים מדויקים ככל הם לעתים קרובות מורכבים מבהינה החישובית, ולכן בפועל כמעט תמיד נעשה שימוש בטסציה – המرة של משטחים לרשתות של משולשים, מה שופט את החישובים הבאים. טסציה היא שיטה זו המשמשת להמחשה, חישובי נפחים CAD/CAE פיזול של משטח מורכב למשולשים או פוליגונים. בסביבת ניתוח התגשויות. דוגמה מהטבע – דברי דבר, שבון הצורה MESH היפוש התגשויות, ייצוא בפורמטים כמו - המרכיבת מפוצלת לרשת סדירה (איור 6.31)



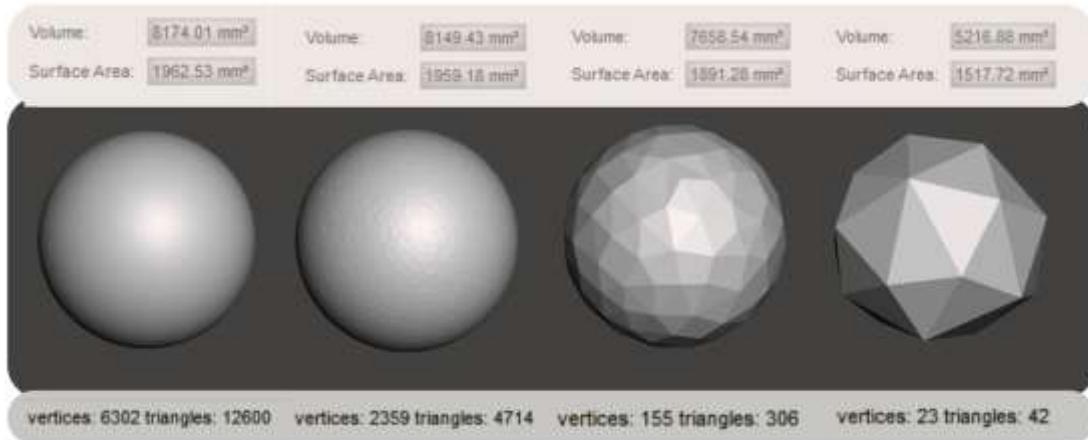
և ביצוג פוליגוני עם מספר שונה של משולשים BREP בתיאור פרמטרי esfera איור 6.31 אותה.

אינה מודל גיאומטרי בסיסי. שיטה זו נוצרה ככליה נוחה לייצוג מעגליים וספירליים, CAD-CAD-המיושמת ב (NURBS) רצינולים ולמזרע אחסן נתונים על גיאומטריה. עם זאת, יש לה מוגבלות – לדוגמה, חסר יכולת לתאר בדיקת סינוסואידת, שהיא הבסיס לקווים ולמשטחים ספירליים, וכן הצורך בשימוש בלבבות גיאומטריות מורכבות רשתות משולשות וטסציה של דמויות פרמטריות, לעומת זאת, מוגבלות בפשטות, בשימוש יעיל בזיכרון וביכולת לעבוד כМОניות גדולות של נתונים (איור 6.32). יתרונות אלו מאפשרים להימנע מליבות גיאומטריות מורכבות ויקרות. עם עשרות מיליון שורות קוד, בחישובי צורות גיאומטריות.

ברוב המקרים הבניטיים אין זה משנה כיצד מוגדרות התוכנות התלת-ממדיות – באמצעות מודלים הגיאומטריה נשארת. (USD, gITF, DAE, OBJ) או באמצעות פוליגונים (BREP, IFC) פרמטריים. תמיד מדובר בתיאור משוער של הצורה, NURBS או MESH צורת קירוב: בין אם באמצעות

נשארת במידה מסוימת רק דרך קירוב עם תיאור משוער של (NURBS-BREP) גיאומטריה המוגדרת בפוליגונים או בצורה רציפה. בדומה לכך, אינטגרלים של פרנל אינם בעלי ביטוי אנלטי מדויק, דיסקרטיזציה של גיאומטריה באמצעות משולש תמיד היא קירוב, כמו גם NURBS פוליגונים או MESH.

נזכרה בערך שם שחשיבות גודל מינימלי של נתונים ויש אפשרות להשתמש בלבבות BREP גיאומטריה פרמטרית בפורמט CAD גיאומטריות יקרות ודורשות משאים לעיבוד והציגה שלה. לרוב זה מאפיין מפתחים של תוכנות בתהיליך BREP במוצרים שלהם. עם זאת, אפילו בתוך תוכנות אלו, מודלים של MCAD בלבבות גיאומטריות של ספק (JPEG-מפותחות ל PSD בדומה לכך, קבצי) הטסציה להמחשה ולהישובים לעתים קרובות מומרות למשולשים).



איור 6.32 ההבדל בתכונות תלת-ממדיות בין דמיות עם מספר שונה של פוליגונים.

הפרמטרי, יש להם יתרונות ומוגבלות, אך המטרה שלהם היא אחת - לTARGET את BREP-המשטח הפליגוני, כמו גם ה-הגיומטריה בהתחשב בצריכי המשטח. בסופו של דבר, הדיק של המודל הגיאומטרי תלוי לא רק בשיטת הייצוג שלו. אלא גם בדרישות של המשימה הספציפית.

ברוב המשימות הבניות, הצורך בגיאומטריה פרמטרית ובגרעינים גיאומטריים מורכבים עשוי להיות מיותר.

בכל משימה ספציפית של אוטומציה של חישובים, יש לבדוק האם לא מוגמת החשיבות של הגיאומטריה הפרמטרית על שימושיםקדם ולמכור את המוצרים התוכנתיים שלהם CAD ידי המפתחים של.

ופוליגונים: שימוש בטסלביה לגיאומטריה MESH-המעבר ל

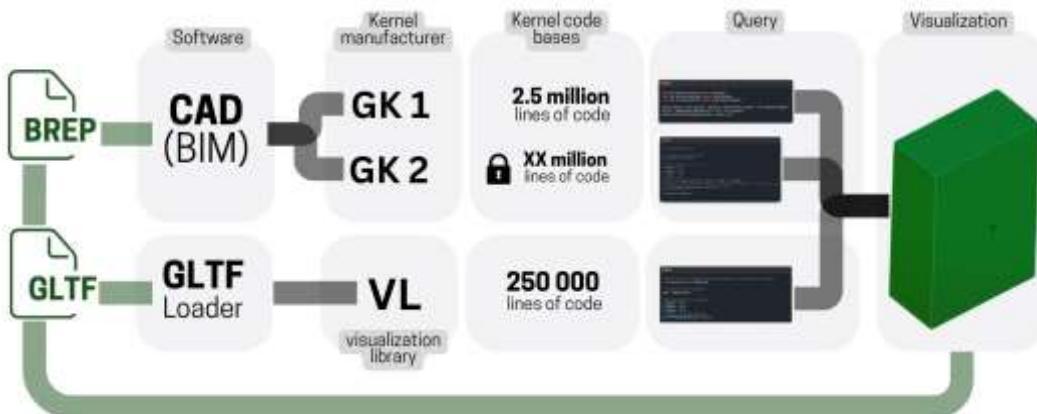
בתעשייה הבנית, בעבודה רציפה, בפיתוח מערכות, בבסיסי נתונים או באוטומציה של תהליכי העבודה עם מידע ומהגרעינים גיאומטריים CAD פרויקט וגיאומטריה של רכיבים, חשוב לשאוף לעצמות מהערכיהם הספציפיים של

בבסיס פורמט ההחלפה, שיעשה בו שימוש במקרה זה בחלוקת החישוב והן באתר הבנית - לא צריכה להיות ספציפית. המידע הגיאומטרי צריך להיות מוצג בפורמט יישירות דרך טסלביה, ללא (BIM) CAD תוכנת CAD. תלות בגרעין גיאומטרי או בארכיטקטורת CAD.

יכולת להчисב כמקור נתונים, אך לא כבסיס לפורמט אוניברסלי. רוב התיאורים CAD-הגיאומטריה הפרמטרית מכך מוקראות למשטח פוליגוני לצורך עיבוד מאוחר יותר. אם התוצאה (NURBS+BREP) הפורמטרים היא אותה תוצאה (特斯לביה ופוליגונים), וההליך הוא פשוט יותר, הבחירה ברורה. זה דומה לבחירה בין אונטולוגיה גרפית rarely justified -- לטלאות מוכנות (על כך דיברנו חלק הרביעי): מרכיבות מיותרת

משתמשים במבנה אוניברסלי של רשות, OBJ, STL, gITF, SVF, CPIXML, USD-DAE, USD: פורמטים פתוחים כמו מושלשות, מה שנanton להם יתרונות משמעותיים. פורמטים אלה מציעים תאימות מצוינת - קל לקרוא ולויזוואליזציה

בעזרת ספריות פתוחות זמינותות ללא צורך בגרעינים גיאומטריים מורכבים, המכילים מיליון שורות קוד. פורמטים ועד™-IKEA-גיאומטריים אוניברסליים אלה משמשים בתחוםים שונים - מכלים יחסית פשוטים לתכנון מטבחים בתרון חשוב הוא קיומם של מספר רב של VR מערכות מורכבות של ויזואлизציה של אובייקטים בקולנוע ובישומי-ספריות פתוחות וחינמיות לעבודה עם פורמטים אלה, זמינות לרוב הפלטפורמות וشفות התכונות.



אותה ייצוג גיאומטרי מושג באמצעות שימוש בפורמטים פרמטריים וגרעינים גיאומטריים, או באמצעות פורמטים 6.33 התמונה - מושלים וספריות ויזואליות פתוחות

פתוח IFC זרים או CAD מתמודדים עם בעיות בפרשנות פורמטים פרמטריים של CAD כמו המשתמשים עצם, ספקי של הנדסה-SDK-לא יוצא מן הכלל, משתמשים ב CAD בשל ההבדלים בגרעינים הגיאומטריים. בפועל, כל ספקי למטרות אינטראופרabilיות USD או IFC הפוכה להעברת נתונים בין מערכות, ואף אחד מהם לא סומך על פורמטים כמו

שאותם הם עצם לא משתמשים, יהיה CAD במקומ להשתמש בקונספטיים שמקדמים בריתות של ספקי להתמקד ב הבנת היתרונות של כל גישה בהקשר ספציפי CAD מועל יותר למפתחים ולמשתמשי פתרונות ולבחר את סוג הגיאומטריה בהתאם ל蹶ה השימוש. הבחירה בין ייצוגים גיאומטריים שונים היא פשרה בין דיק, עילות חישובית וצריכים מעשיים של המשימה הספציפית

המורכבות הקשורה בשימוש בלבית גיאומטריות, שספקים גדולים לתעשייה הבניה בעת עיבוד נתונים פרויקטים יכול להפוך לסוג של "תיבת MESH, המבוסס על גיאומטריית USD לעתים קרובות מתבררת כמיותרת. פורמט ומבני IFC פנדורה" עבר התעשייה, פתוח בפני מפתחים הזדמנויות חדשות לארגון חילופי נתונים - מחוץ למסגרות CAD. פורמטים, האופייניים לשפיקי CAD.

ועוד, מתברר שישנו פורמטים פתוחים ופשוטים יותר USD, DAE, gLTF, OBJ כאשר מתעמקים במבנה של המאפשרים לארגן בקרה עיליה את העברת השימוש במידע גיאומטרי מבלי להסתמך על פרמטריקה מורכבת וליבנות גיאומטריות סגורות. גישה כזו לא רק מפחיתה את הסף הטכני עבור מפתחים, אלא גם תורמת לפיתוח פתרונות גמישים ניתנים להרחבה ופתוחים באמצעות לבניה דיגיטלית.

LOD, LOI, LOMD – CAD (BIM)-סיווג יהודי של פירוט ב –

בנוסף לפורמטים הגיאומטריים, בעולם שבו תעשיות שונות משתמשות ברמות שונות של פירוט ועומק נחונים מציאות מערכות סיוג יהודיות, המארגנות את הגישה למלוי המידע במודלים של בניינים (BIM) מתודולוגיות.

דוגמה אחת לגישות הדשות לסטנדרטיזציה היא הכנסת רמות פיתוח מודל, המשקפות את דרגת המוכנות והאמינות של LOD (Level Of Detail) הוצג (BIM) החלק הגрафי והמידע. כדי להבחין בין רמות המילוי המידע בעבודה עם נתונים רמת הפיתוח של הנתונים - (LOI-Level Of Information) – LOD (Level Of Accuracy) – LOA (Level of Geometry).

לקביעת דיקט הייצוג הגрафי (Level of Geometry).

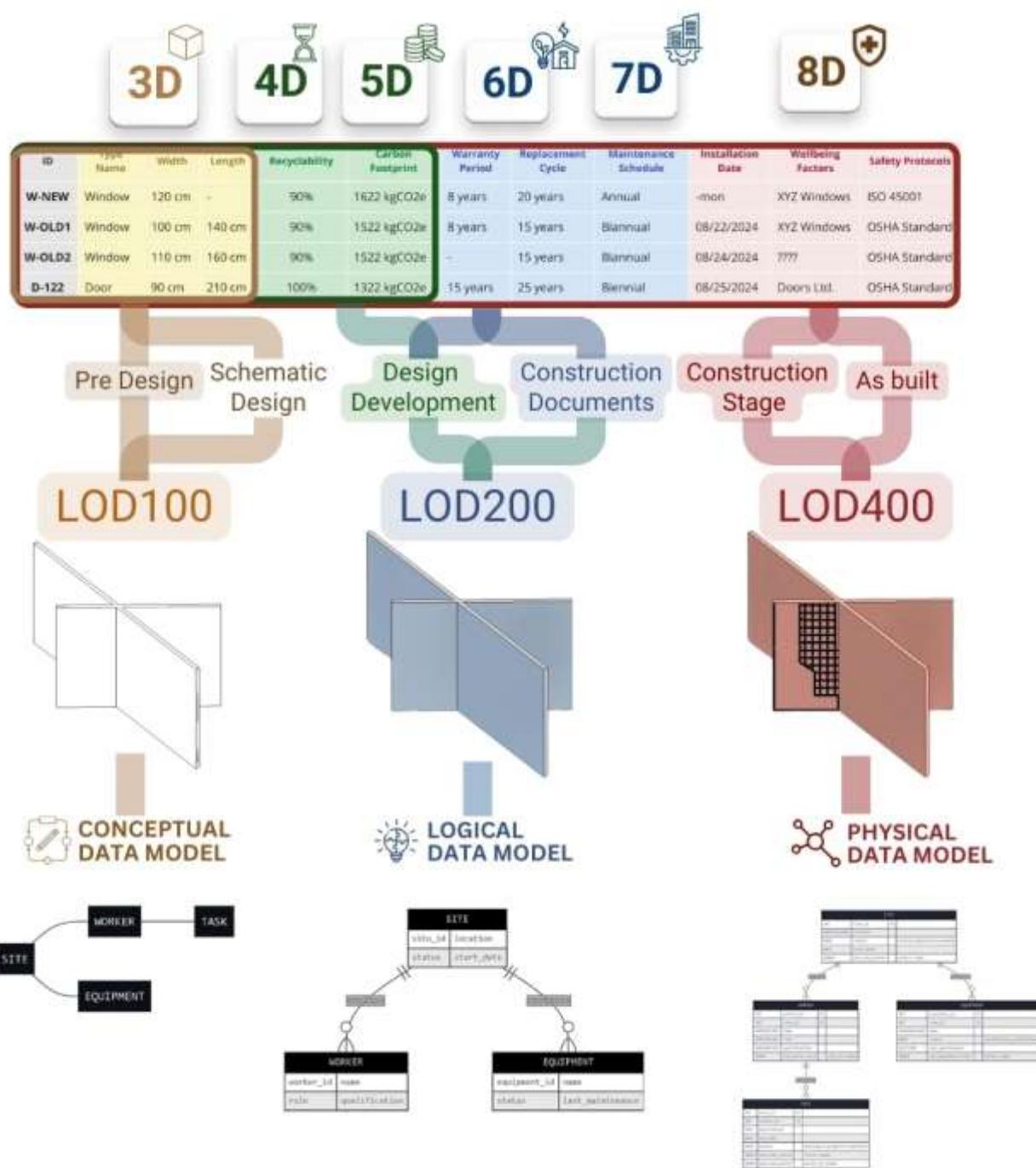
מייצגת LOD 100. מסומנת במספרים מ-100 עד 500, המשקפים את דרגת הפיתוח של המודל (LOD) רמות הפירוט LOD. כוללת מידות וצורות מדוקאות יותר, אך עם פירוט מותנה LOD 200. מודל קונספטואלי עם צורות וגדלים כלליים מכילה מידע מפורט הנדרש LOD 400. היא מודל מפורט עם מידות, צורות ומיקומים מדוקאים של אלמנטים 300 משקפת את המצב האמתי של האובייקט לאחר הבניה ומשמשת לתפעול LOD 500. ליצור ולהתקנה של אלמנטים במידע בשלבים שונים של מחזור החיים, כולל CAD (BIM) ולתחזקה. רמות אלו מתארות את מבנה המילוי של מודל ועד 3D, 4D, 5D.

lod100 לעיתים קרובות מתרברר כמיותר וכי להשתמש בגיאומטריה (LOD400) בפרויקטים אמיתיים, פירוט גבויה או אפילו בשרטוטים שטוחים, בעוד שיתר הנתונים ניתן להשיג או בדרך חישובית או מאלמנטים מקושרים, שעשוים לא להיות בעלי גיאומטריה ברורה. לדוגמה, חללים ואלמנטים של הדרים (קטגוריות של אלמנטים "הדרים" ("עשויים לא להיות בעלי גיאומטריה ויזואלית, אך עדיין להכיל כמות מסוימת של מידע ומסדי נתונים, שביבם נתונים רבים מתחליכי העסקים.

לכן, לפני תחילת התכנון, חשוב להגדיר בצוරה את רמת הפירוט הנדרשת. עברו מקרים של שימוש המשימה LOD100 גיאומטריה מינימלית DWG לעיתים קרובות מסוימים אפילו שרטוטי, 7D-4D-ב-4 המרכזית בתהליך העבודה עם הדרישות היא למצוא את האיזון בין השימושות המעשית של המודל.

בסיס נתונים (כפי שהם באמת, תיאור העושר של המודל באמצעות ראשי CAD (BIM) למעשה, אם נבחן את נתונים תיבות החדשימה מהוות לא יותר מודל נתונים בשלבים עבור מערכות מידע, ההל מרצה קונספטואלית ועוד לרמה מסוימת הוספה LOD-פיזית (איור 6.34), (שנדונה בפירוט בחיקום השימושי והרביעי של הספר. כל עלייה ב-D-מידע הנדרש למשימות חדשות: חישובים, ניהול בנייה, תפעול, ומואפיינת בהעשרה המודל בשכבות מידע נוספת (8D).

בצורת פרמטרים שונים, עליהם דיברנו חלק החמישי של הספר (8D).



איור 6.34 תהליכי העשרה המידע של הפרויקט דומה למודול נתונים מרמה קונספטואלית לרמה פיזית של נתונים.

גיאומטריה היא רק חלק מסוים מתוכני התכנון, הצורך בה לא תמיד מוצדק בפרויקטים בנייה, והשאלה המרכזית בעבודה היא לא כל כך איך המודלים מוויזואלייזיה, אלא יותר איך הנתונים מהמודלים הללו יכולים לשמש מעבר CAD עם נתונים CAD (BIM).

בסביבות אמצע שנות ה-2000, תעשיית הבניה נתקלה בעיה חסרת תקדים, הקשורה לעלייה המהירה בכמות הנתונים העלייה החדה בכמות הנתונים תפסה את CAD (BIM).

המנהלים בחברות לא מוכנים, והם לא היו מוכנים לדרישות הגוררות לאיות הנתונים ולניהולם.

CAD (BIM) - תקווים חדשים ל-AIA, BEP, IDS, LOD, COBie

ולתחרות המוגבלת בשוק עיבוד הנתונים, כמו גם באמצעות CAD תוך כדי ניצול חוסר הגישה הפתוחה לבסיסי נתונים - CAD ארגונים העוסקים בפיתוח גישות לעובדה עם נתונים, BIM קMPIINS שיווקיים הקשורים לראשי תיבות החדשנות החלו ליצור סטנדרטים חדשים וריעונות, אשר דה-יורה אמורים להיות מכונים לשיפור הפרקטיקה של ניהול הנתונים.

CAD (BIM), למרות שכמעט כל היוזמות, הנתמכות במישרין או בעקיפין על ידי ספקים ומפתחים של הינו מכונות לאופטימיזציה של תהליכי העבודה, הן הביאו להופעתם של סטנדרטים רבים, המוצגים על ידי בעלי עניין שונים, מה שהוביל את תעשיית הבניה למצב של עמימות ובלבול בתהליכי עיבוד הנתונים.

שהופיעו בשנים האחרונות בתעשייה LOD, LOI, LOA, LOG, BEP, IDS, COBie ועוד נתונים, מלבד הבניה:

בפרויקט, תוך הגדרת שיטות (BIM)-MATARRAT כיצד לשלב ולהשתמש ב - (BIM תוכנית ביצוע) BEP ותהליכי עיבוד נתונים.

(דרישות מידע של המזמין - נערך על ידי המזמין לפני פרסום המכרז ומכל דרישות EIR/AIA מסמך בפרויקט המתאים BEP-מהΚΒΛן בנוגע להכנה והגשה של מידע. הוא משמש כבסיס ל

לאחר מסירת והשלמת הפרויקט, מודל הנתונים נקרא. BIM (מודל מידע של נכס - חלק מתהליך AIM הוא ניהול, תחזוקה ותפעול של הנכס המושם AIM המטרה של AIM מודל מידע של נכס "או"

ማפרט אספקת מידע (- מגדר את הדרישות ואת סוג הנתונים ובאיזה פורמט הם נדרשים בשלבים IDS שונים של פרויקט בנייה.

הוא מגדיר עד כמה מפורט ומלא המידע BIM שבה המידע מוצג במודל LOD, LOD רמת הפירוט – LOD!

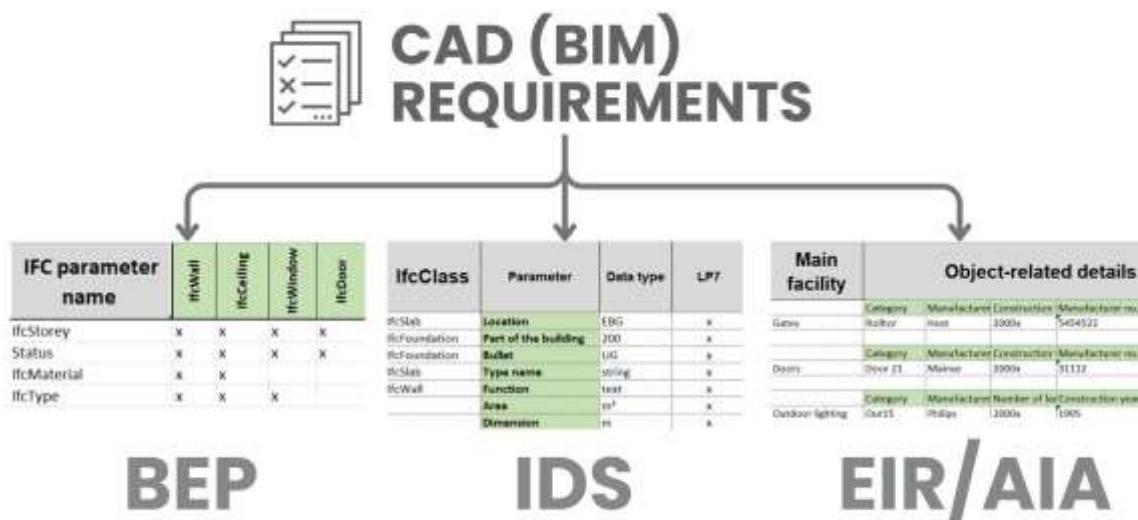
במודול, החול מייצוגים גיאומטריים בסיסיים ועד מפרטם מפורטים נתונים.

הוא מגדיר את דרגת המידול של כל CAD (BIM) של רכיבים בודדים במודל LOD רמת הפירוט – eLOD רכיב ואת המידע הקשור אליו, כגון מידות, חומרים, תוכנות שימושיות ואטריבוטים רלוונטיים אחרים.

מתארים את הכלים והתשתיות – CAD (BIM) (שירותי פלטפורמה (ומוצרים אחרים מספקים גדולים APS הנדרשות לייצור מודלים נתונים מקושרים ופתוחים.

CAD (BIM) LOD, LOI, LOA, LOG, BEP, EIR, AIA, AIM, היא לשפר את יכולת ניהול הנתונים ולהרחיב את אפשרות האוטומציה, בשיטה השימוש בהם – IDS, eLOD, LOD, LOD, LOI, LOA, LOG, BEP, EIR, AIA, AIM, כסוג של בסיס נתונים, מתברר CAD (BIM) לעתים קרובות מביא ליתר מרכיבות ולפיצול תהליכיים. אם נתיב על מודל כי רבים מהתקנים הללו משכפלים גישות שהיו קיימות ויעילות כבר זמן רב בתחוםים אחרים בכלכלה בעבודה עם מערכות מידע. במקומות פשוט ולאחד יוזמות כאלה לעתים קרובות יוצרות עומס טכנולוגי נוסף ומקשות על יישום פתרונות באמת פותחים וגמיישים.

מעניין, רבות מהקונספטים החדשניים הללו מעשא מחליפים את תהליך המידול ובדיקה הנתונים, שנדרנו בפירוט בהלכים הראשונים של הספר וכבר זמן רב בשימוש בתחוםים אחרים בכלכלה. בתחום הבניה, תהליך הסטנדרטיזציה לעיתים קרובות מתקדם בכיוון הפוך – נוצרים פורמטים חדשניים לתיאור נתונים, תקנים חדשים וקונספטים חדשים לבדיקהם שלא תמיד מוביילים לאיחוד אמיתי ולישום מעשי. כתוצאה לכך, במקום לפשט ולאוטומט את העבודה, התעשיה נתקלת ברמות נוספות של רגולציה ובירוקרטיה (איור 6.31), מה שלא תמיד תורם לשיפור היעילות.



איור 6.31 דרישות לנתחים ולתוכן המידע מצטמצמות לתיאור של אטריבוטים והערכיהם האבוליטיים שלהם, המתוארים באמצעות טבלאות.

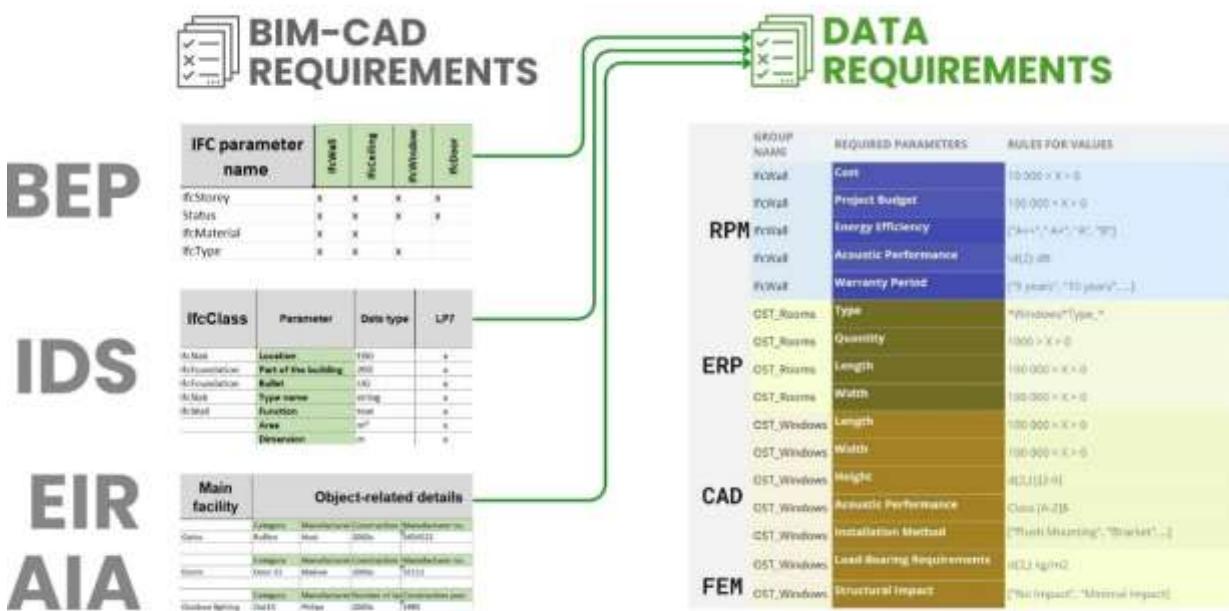
לעתים קרובות (BIM) במקומ לפשט את עיבוד הנתונים, הקונספטים החדשניים הקשורים לנתחים יוצרים מרכיביות נוספות ומחלוקות כבר בשלב הפרשנות והagation הבסיסיות.

(שצץ בשנת 2020) המאפשר לתאר את הדרישות IDS אחד מהדוגמאות האחרונות לקונספטים החדשניים הוא פורמט מתארות מידע על אטריבוטים והערכיהם open BIM. דרישות IDS open BIM להרכיב האטריבוטים של המודל המידע בקונספט אשר לאחר מכן מתרגמת לסימון בפורמט חזי-מבנה, Excel או MySQL, או (MySQL) הגובלית שלהם בצורה של טבלה מסודרת XML לאקראי-XML-שונה מ IDS.

בי הפעודה עם BIM-open BIM בוגר לדרישה המקדמת על ידי ספקים וננתמכת על ידי קונספטים של פורמטים של נתונים CAD-BIM-ו נתונים BIM-CAD היא יהודית בשל השימוש בכלים מיוחדים, כמו ושיטות ניהול נתונים בתחום זה אינם שונים מהפורמטים והקונספטים של עיבוד נתונים בתחום אחרים.

באמצעות טבלה אחת של דרישות עם עמודות CAD (BIM) ניתן לפחות את כמות הדרישות לפרוייקטים ולפורמטים של תוכנות, המתוארת בפרק "המרת דרישות לצורת מבנה", "ambilי" הדרוש להמיר דרישות מובנות מראש (ה�始ן מלכתחילה באמצעות טבלה IDS) לפורמטים שאינם טבלאים).

הכוללת עמודות עבור מזהוי ישות, תוכנות וערכי גבול, שנדרנו בפרקם הקודמים, (6.32 א'ור) הגישה המפורשת שיטה זו מספקת IDS-XMLאפשרת להימנע מהמרת דרישות לפורמט, 7.310 א'ור, 4.416 א'ור, 4.49 א'ור) מנגנון ישר, פחות מסורבל יותר שקויף לבקרה איכות הנתונים. היא מתבססת על כלים בשימוש נרחב: החל מביטויים סטנדרטיים – בדיקת כללה שימושים ETL וצינורות Pandas ועוד מסגרות נתוניות, ספריית (RegEx) רגולריים ---. בהן אנשי מקצוע בתחום אחרים של הכלכלת בעבודתם עם נתונים



דרישות הנתונים בתעשייה אחרות מפורשתות לתיאור מובנה של תוכנות וערכי גבול שלן 6.32 א'ור.

עם הזמן, בתעשייה הבניה, בשל סגירות הנתונים, צצים יותר ויותר גישות ושיטות חדשות לבקרה וניהול הנתונים המגוונים הללו, אף על פי שהנתונים בפרויקטים של בנייה, בעצם, אינם שונים מנתונים בתחום אחרים. בעוד שתחום אחרים מסתדרים בהצלחה עם גישות סטנדרטיות לעיבוד נתונים, הבניה מושיכה לפתח פורטטים ייחודיים חדשים. דרישות ומושגים לבדיקת

השיטות והכלי המשמשים לאיסוף, ה cynה וניתוח נתונים בבנייה, אינם צריכים להיות שונים באופן עקרוני. מallow המיעדים לאנשי מקצוע בתחום אחרים של הכלכלת

- ב坦שייה התפתחה אקוסיסטמה של מונחים מיוחדים, אשר דורשת חשיבה ביקורתית והערכתה מחדש
- תוך הוספה קטגוריזציה בניינית, מבלי להתחשב במוגבלות של פורטט IFC, מוצג תחת שם חדש STEP פורטט STEP.
- הפרמטרי מושם בתהליכי העברת נתונים, למראות חוסר קיום של ליבת גיאומטריה מאוחדת IFC פורטט.
- הנדשת להמחשה ולהישובים.
- מבלי לדון בפרטם של בסיסי נתונים, "BIM" מקודמת תחת המונח CAD הגישה לבסיס נתונים של מערכות אלו ובגישה אליהם.
- לעתים קרובות מבלי לישם אותם בפועל, תוך-USD-ו IFC ספקים מקדמים אינטראטיביות דרך פורטטים

שימוש בהנדסה הפוכה יקרה, נגד אשר הם עצםם נאבקו ■
משמשים בכל מקום LOD, LOI, LOA, LOG, BEP, EIR, AIA, AIM, iLOD, eLOD המונחים לתיאור אותם פרמטרים של ישויות, מבלי לקשרם לכלים של מודול וולידציה, המושגים כבר זמן רב בתחוםים אחרים.

תעשייה הבניה מראה שכל מה שצווין, אף על פי שהוא נשמע מזרע, אפשרי — במיוחד אם המטרה העיקרית היא מונטיזציה של כל שלב בעיבוד הנתונים דרך מכירת שירותים מיוחדים ותוכנה. מבחינת עסקים אין בכך דבר פסול. עם זאת, השאלה מוסיפים ערך ומפשטים את התהליכים המ Każdyים, נותרת (BIM)-האם אכן ראשי התיבות והגישות הקשורות לפתחה.

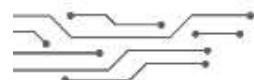
בתעשייה הבניה מערכת כזו פועלת, מכיוון שהיא אינדוסטריה עצמה מפיקה את הרוח הספקולטיבי העיקרי בדיקום במובנים של מערכות ואكري. חברות侔וניות בתהליכי שkopim ובנתונים פתוחים נפגשות, לעיתים רחוקות. המצב המורכב הזה עשוי להימשך זמן בלתי מוגבל - עד שהל孔ות, הליקות המשקיעים, הבנקים ונציגי ההון הפרטי לא יתחלו לדרש גישות ברורות וمبוססות יותר לניהול מידע.

התעשייה צברה כמות מופרזת של אكري, אך ככל מתארים במידה שונה את אותן תהליכי ודרישות לנתונים. התוצאה האמיתית שלהם בפתרונות תהליכי עבודה נשarraה שלאלה פתוחה

בזמן שהקונספטים ואكري השיווק מגיעים והולכים, התהליכים עצם של בדיקת דרישות לנתונים ישארו תמיד חלק בלתי נפרד מתהליכי העסקים. במקום ליצור כל הזמן פורמטים ותקנות מיוחזות חדשות, תעשיית הבניה צריכה להסתכל על כלים שכבר הוכחו את יעילותם בתחוםים אחרים, כמו פיננסים, תעשייה וטכנולוגיית מידע.

שפער המונחים, האكري והפורמטים יוצר אשליה של עיבוד מעמיק של תהליכי הבניה הדיגיטלית. עם זאת, מאחרו הkonceptים השיווקיים והטרמינולוגיה המורכבת לעיתים קרובות מסתתרת אמת פשוטה אך לא נואה: הנתונים נשארים קשים להשגה, מתוודים בצורה גרועה ומחוברים באופן נוקשה לפתרונות תוכנה ספציפיים.

לא כלים קסומים (BIM) כדי לצאת ממעגל האكري והפורמטים למען הפורמטים, יש להסתכל על מערכות לניהול מידע, אלא כפי שהן באמת - בסיסי נתונים מיוחדים. ורק דרך הפריזמה זו אפשר להבין היכן משתמשים השיווק ומתחילה העבודה האמיתית עם המידע.



פרק 6.4. CAD לעובדה עם MLM-פְּרַמְּטְרִיזָצִיה שֶׁל תְּכִנּוֹן וְשִׁימּוֹשׁ בְּ

הדרך לניצוח ופורמטים פתוחים: CAD (BIM) אשלית הייחודיות של נתונים

המודרניות שינו באופן משמעותי את הגישה לתכנון ולניהול מידע בנייה. אם בעבר הכלים CAD (BIM) פלטפורמות הללו שימשו בעיקר ליצירת שרטוטים ודוגמים תלת-ממדיים, כיום הם מוצעים פונקציות של מחסני נתונים פרויקטיים מלאים. במסגרת הקונספט של מקור אמת יחיד, המודל הפרמטרי הולך והופך יותר ויותר למקור המידע העיקרי ולעתיתם קרובות למקור המידע היחיד על הפרויקט, ובמבטיה את שלמותו ואת עדכנותו לאורך כל מהזור חי האובייקט.

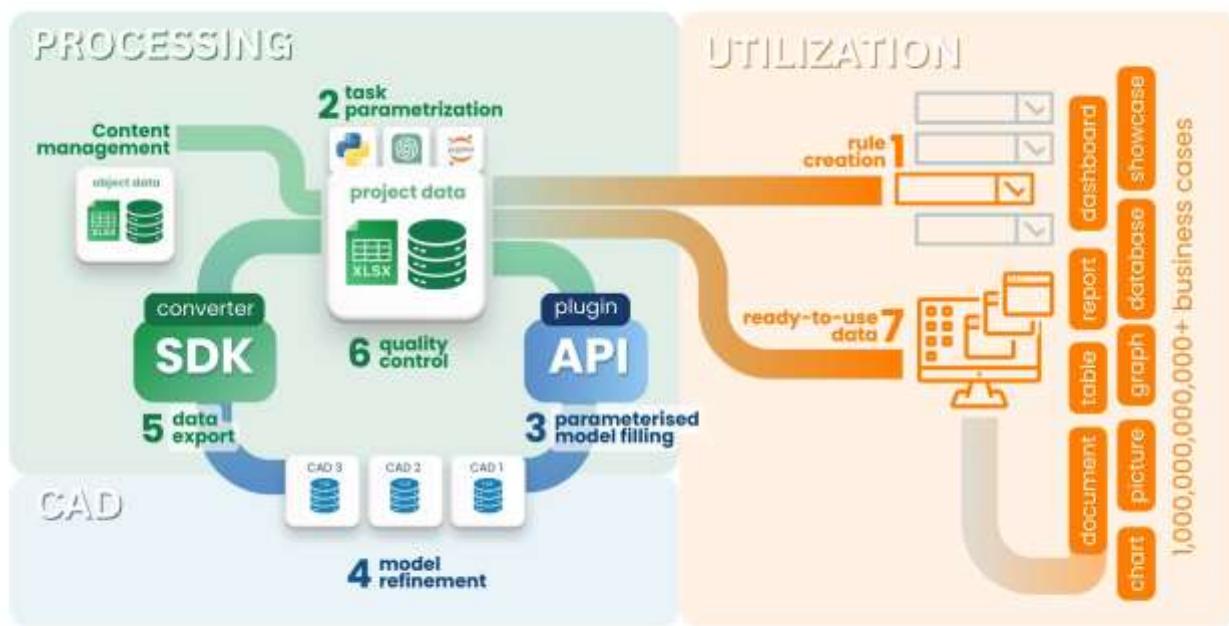
לבין מערכות ניהול נתונים בנייה אחרות הוא הצורך (BIM) CAD ההבדל המרכזי בין פלטפורמות כדי לגשת מידע (מקור האמת היחיד). (בסיסי נתונים אלו אינם API-בשימוש בכלים מיוחדים ובאוניברסליים במובן המסורי: במקום מבנה פתוח אינטגרציה גמישה, הם מציעים סביבה סגורה, מוחברת באופן נוקשה לפלטפורמה ולפורמט ספציפיים

עליה שאלת חשובה יותר, החורגת מהיישום הטכני: מה בעצם הם בסיסי CAD למרות כל הקושי בעובדה עם נתונים כדי לענות על שאלת זו, יש לצאת מעבר לאקראי ולמוניים המוכרים, המוכתבים על ידי מפתחי CAD (BIM) הנתונים התוכנה. במקום זאת, יש להתמקד במהות העבודה עם מידע פרויקטואלי: נתונים ותהליכיים של עיבודם.

אלא מהגדרת הדרישות לפרויקט, CAD או BIM תהליך העסקים בבנייה מתחלף לא מעובדה בכלים ומידול הנתונים. תחילת נקבעים פרמטרי המשימה: רישימת יישויות, מאפיינים ההתחלתיים ומערכות גבולאים שיש לקחת בחשבון בעת פתרון המשימה הספציפית. רק לאחר מכן, על בסיס הפרמטרים שנקבעו, נוצרות מודלים והאלמנטים במערכות CAD (BIM).

משוחרר להלוטין את תהליך מידול הנתונים, שנדון CAD התהילך שמקדימים את יצרת המידע בסיסי הנתונים – בפירוט בחלק הרביעי של הספר ופרק "מידול נתונים: מודל קונספטואלי, לוגי ופיזי".

בדיוק כמו בתהליך מידול הנתונים, אנו מייצרים דרישות נתונים, שאוთן נרצה לעבוד בסיסי הנתונים, עבור בסיסי מנהלי הפרויקטים מייצרים דרישות לתכנון בצורה של מספר עמודות בטבלה או רשימות של זוגות CAD הנתונים נוצרות (או ליתר דיוק, מדוקותות) API מפתח-ערך. וرك על בסיס הפרמטרים הראשוניים הללו, באמצעות" לאחר מכן הם נבדקים שוב על מנת לוודא שהם עומדים בדרישות, CAD (BIM) האובייקטים בסיסי הנתונים המקוריות. תהליך זה – הגדרה → יצרה → בדיקה → תיקון – חוזר על עצמו באיטרציות עד שהאיכות של הנתונים, בדיקות כמו במידול הנתונים, מגיעה לרמה הנדרשת עבור המערכת המיועדת – מסמכים, טבלאות אוلوحות – מחוונים.

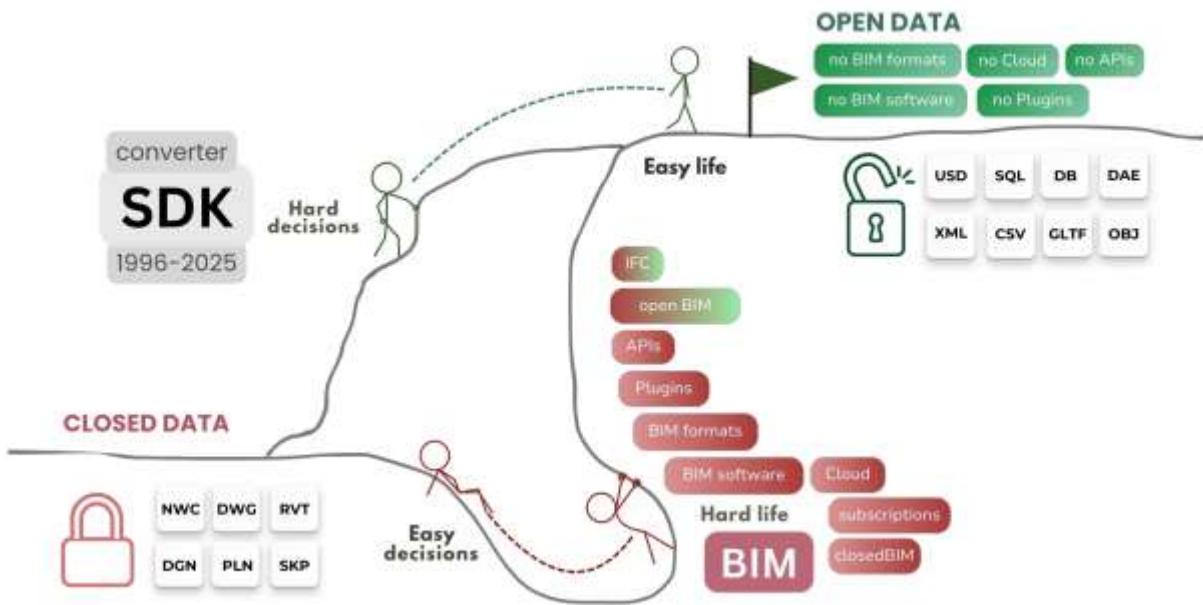


- ריש. 6.41 מוחור רויה מידע בסיסי נתונים עבור תהליכי עסקים בהזאה לפועל של פרויקטים בבניה

כמנגנון להעברת פרמטרים בצורה של קבוצות זוגות "פתחה-ערך", שנוצרו על בסיס CAD (BIM) אם נבחן את הדרישות שנקבעו מחוץ לסייעת התכנון, אז המוקד של הדין יוסט מהפתרונות התוכנתיים הספציפיים ומגבויותיהם להיבטים יסודים יותר — מבנה הנתונים, מודלים של נתונים ודרישותיהם. למעשה, מדובר ברויה של בסיס הנתונים והמאפיינים CAD בפרמטרים ובתהליך הקלאסי של מידול נתונים. ההבדל הוא שבגלל הסגירות של בסיס הנתונים BIM, עולה השאלה: מהי הייחודיות של BIM של הפורמטים בשימוש, תהליך זה מלאוה בשימוש ב الكلים מיוחדים של - אם אין גישות דומות בתעשייה אחרות

CAD-BIM נتفس כמשהו יותר מאשר פשוט מקור נתונים יחיד. בשיווק, הקישור BIM בעשורים האחרונים האחרונות נמכר ליעיתים קרובות לכלי פרמטרי עם בסיס נתונים משולב מראש, המסוגל לאוטומט את תהליכי התכנון, המידול הפק יותר לכלי לשימור משתמשים על הפלטפורמה של BIM וניהול מוחור הי האובייקטיבים בבניה. עם זאת, במקרים הספיקים, ולא לשיטה נוחה לניהול נתונים ותהליכיים

API מבודדים בתחום הפלטפורמות שלהם, מסתירים מידע על הפרויקט מאחוריו (BIM) בסופו של דבר, נתונים, קנייניים וליבות גיאומטריות. זה שלל מהמשמשים את האפשרות לגשת באופן עצמאי לבסיס הנתונים ולהלץ, לנתח לאוטומט ולהעביר נתונים למערכות אחרות תוך עקיפת האקויסיטומות של הספיקים.



שנתעדכנים מדי שנה ורישנות מיוחדים API, ריש. 6.42. בינוי, הפורטים המודרניים דורשים ליבות גיאומטריות מורכבות לתוכנית CAD (BIM).

צריכות להשתמש באותו גישה לעובדה עם נתונים, אשר בפועל כל ספק CAD חברות העובדות עם כלים מודרניים של CAD-הנדסה הפוכה, נגד הפטת ספקיה SDK ללא יוצא מן הכלל מיישמים: המרת נתונים באמצעות כלים של CAD-ה Nutzung בכלים להנדסה הפוכה, אנו יכולים לקבל סט CAD נאבקים מאז 1995. עם גישה מלאה למסד הנתונים של שיטה של ישוות עם תוכנות וליצא אותן לכל פורמט פתוח נוח, הכול גם גיאומטריה וגם פתרונות של רכבי התכנון. גישה זו משנה באופן עקרוני את הפרדיגמה של עבודה עם מידע - מארQUITקטורה מוקדת קבצים לארכיטקטורה ממוקדת -תוננים.

RVT, IFC, PLN, DB1, CP2, CPIXML, USD, SQLite, XLSX, PARQUET: פורטט נתונים כמו

ואחרים מכלים מידע זהה על רכיבים של אותו פרויקט. זה אומר שידע על פורטט ספציפי ועל הסכמה שלו לא צריך להיות מכשול לעובדה עם הנתונים עצם

וחכונות MESH נתונים מכל פורטט ניתן לשלב במבנה פתוח, מסודר ומפורט, המכיל גיאומטריה משולשת של כל ישוות האובייקטים, ללא מגבלות של ליבות גיאומטריות

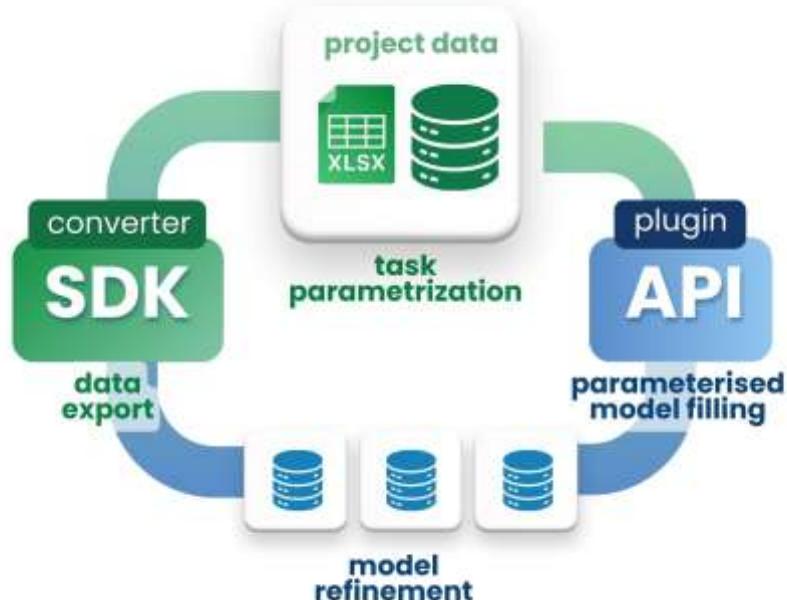
ניתוח נתונים שואף לאוניברסליות: באמצעות נתונים פתוחים, ניתן לעבוד עם נתונים פרויקטים ללא תלות בפורטט שבו נעשה שימוש

-בתוספים של ספקים: עבודה עם נתונים כבר לא תלויות בכישורים של שימוש ב API-מצום, כמו גם תלות ב API.

מומרות לפורטט נוחים לנתחה של הצגה מסודרת - המפתחים מפסיקים להיות CAD-כאשר הדרישות ונתוני ה תלויים בסכימות נתונים ספציפיות ובמערכות אקלוגיות סגורות.

CAD-BIM תכנון באמצעות פרמטרים: עתידי

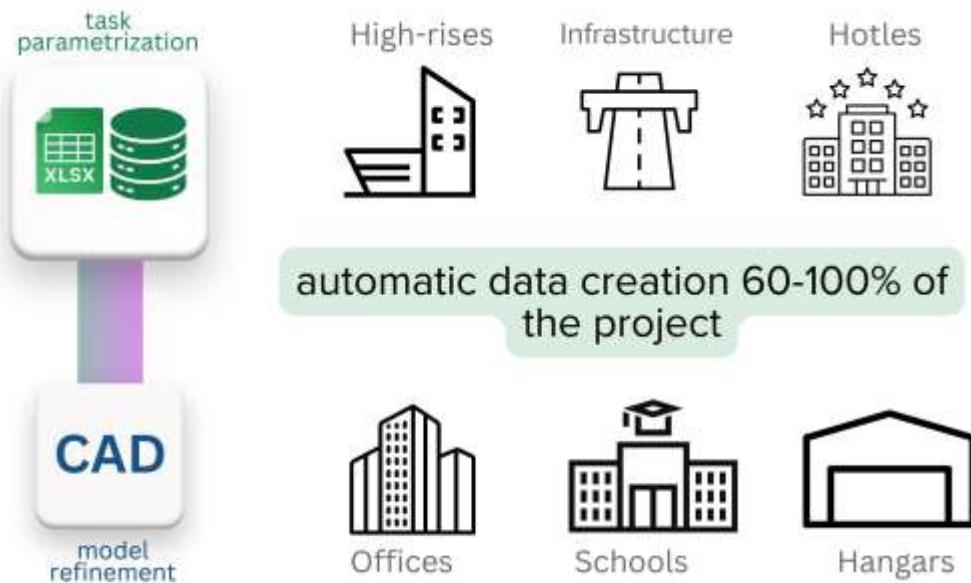
הם עוברים, CAD-לפni שشرطוט או מודל מקבלים צורה ב CAD. אף פרויקט בנייה בעולם לא התחיל אי פעם בתוכנית שלב של קונספטוואלייזציה, שבו תשומת הלב מתמקדת בפרמטרים המגדירים את הרעיון הבסיסי והלוגיקה של האובייקט העתידי. שלב זה תואם לרמה הקונספטוואלית במידול נתונים. פרמטרים יכולים להתקיים אך ורק במחשבה המהנדס, אך במצב אידיאלי הם מעוצבים כרשימות מסודרות, טבלאות או נשמרם במסדי נתונים, מה שמאפשר שקיופות, שהזור ---. ואוטומציה נוספת של תהליך התכנון



- במידע חיצוני באמצעות דרישות בשירות ייצור CAD תהליך התכנון הוא תהליך איטרטיבי של מילוי מסד הנתונים של

עצמו) שלב הלוגי והפיזי של מידול נתונים, (חשוב לקבוע את הפרמטרים המגבילים CAD לפni שמתחלים במידול אשר משמשים כבסיס לפרויקט. תוכנות אלו, כמו במקרה של דרישות אחרות, נאספות מהקצה של שירות השימוש נתונים (למשל, מערכות (והרךן כבר מוגדרות המגבילות, המטרות והמאפיינים המרכזים של האובייקטים העתידיים בפרויקט.

המידול עצמו, כאשר ישנו שינויים מנוסחות היבט, יכול להיות אוטומטי לחולטן ב-60%-100% בעזרת כלים פרמטריים במידול. ברגע שהפרויקט מתואר בצורה של פרמטרים, יוצרתו הופכת לאפשרת טכנית, למשל בעזרה שפות התכנות מודרניות או פתרונות חינמיים מבוסרים CAD המובנות בסביבות, כמו Grasshopper-Dynamo, Blender, UE, Omniverse.



רוב הפרויקטים המיעודים כבר היום נבנים באופן אוטומטי להלוטין הودות לכלים של תכנון פרמטרי.

כבר היום פרויקטים תעשייתיים וסטודנטים גדולים נבנים לא על ידי ידיהם של מחלקות המהנדסה, אלא דרך כלים פרמטריים ותוכנות ויוזאלי. זה מאפשר לבנות מודל, בהתבסס על נתונים, ולא על החלטות סובייקטיביות של מהנדס או מנהל ספציפי.

התוכן קודם לעיצוב. עיצוב ללא תוכן הוא לא עיצוב, אלא קישוט.

ג'פרי זלמן, מעצב אתרים ויום –

התהילה מתחליל לא מצירור או מודל תלת-ממדי, אלא מהגדרת דרישות. הדרישות קובעות אילו רכיבים ישמשו בפרויקט אילו נתונים יש להעביר למחלקות ומערכות אחרות. רק קיום דרישות מובנות מאפשר לבדוק את המודלים באופן אוטומטי על בסיס קבוע (למשל, כל 10 דקוטר, מבלי להפறיע לעבודה של המהנדס)

תפקיד פשוט למסח למלוי מסד נתונים, ולא משנה באיזה צלי (BIM) CAD יתכן שבעתיד מערכת מתבצע המידול (בrama הפיזית) – זה כבר לא יהיה חשוב CAD.

בדוק כך, גם בהנדסת מכונות ליעתים קרובות נעשה שימוש במידול תלת-ממדי, אך זה לא תמיד אלמנט הכרחי או מהייב קלאסים מסוימים – על בסיסם נבנית כל המודל המידע הנדרש. מודל זה מרכיב Bפרויקט. ברוב המקרים, מסמכיו 2 מרכיבים, המובנים לפי תקנים תעשייתיים, ומכליל את כל המידע הנדרש להבנת המבנה וארגון הייצור. לאחר מכן, על בסיסו נבנית מודל המידע המפעלי, אליו מתווספים מוצרים ספציפיים וקרטיסי טכנולוגיה, המכונים לצרכים של הטכנולוגים. כל התהילה יכול להתנהל ללא סיבוכים מיוחדים, מבלי להעיס על המערכת בגרפיקה תלת-ממדית היכן שהוא לא נותן יתרונות ממשיים.

לא צריכים לשחק תפקיד מרכזי – הם רק כלי CAD חשוב להבין, שהמודל הבלתי- ממדי עצמו ומערכת לנитוח כמותי וגיאומטרי. כל שאר הפרמטרים, מלבד הגיאומטריה, שמתארים את המהות, צריכים ככל האפשר (BIM) לחשמר ולעבור עיבוד מחוץ לביבה.

תכנון באמצעות פרמטרים הוא לא רק טרנד, אלא עתיד בלתי נמנע של תעשיית הבניה. במקום ליצור מודלים תלת- ממדיים מרכיבים ידנית, מהנדסים יעדכו עם נתונים, יבדקו אותם ויאוטומטו ההליכים, מקרבים את הבניה לעולם התכנון. עם הזמן, תהליכי התכנון יתבססו על עקרונות פיתוח תוכנה:

■ יצירת דרישות → יצירת מודל → טעינה לשרת → בדיקת שינויים → בקשה משיכה

■ מתחזקות אוטומטית בדיקות מודל לפי הדרישות שנוצרו לפני (Pull request) במסגרת בקשה המשיכה תחילת או במהלך התכנון.

■ לאחר בדיקת איות הנתונים ואישור השינויים, הם מוטמעים בפרויקט, במסד הנתונים הכללי או מועברים אוטומטית למערכות אחרות.

כבר עכשיו, בתחום ההנדסה המכאנית, שינויים בפרויקטים מתחילהים עם יצירת הודעה על שינוי. תהליך דומה צפוי גם בתחום הבניה: התכנון יhapak לתהליך איטרטיבי, שבו כל שלב מגובה בדרישות פרמטריות. מערכת כזו מאפשרת למשתמשים ליצור בדיקות אוטומטיות ובקשות אוטומטיות להוספה-מיוזג בהתאם לדרישות ספציפיות.

המהנדס של העתיד הוא, בראש ובראשונה, מפעיל נתונים, ולא מודליסט ידני. משימתו היא למלא את הפרויקט ישויות פרמטריות, כאשר הגיאומטריה היא רק אחד מהמאפיינים.

תקיד חשוב יישא ההבנה של חשיבות המידול של נתונים, סיוג וסטנדרטיזציה, אשר נדונו בפרקם XLSX הקודמים של הספר. התקנות המסדריות את התכנון בעתיד יוגדרו בצורה של זוגות פרמטרים מפתח-ערך בפורמט XML או

העתיד של תחום הבניה הוא איסוף נתונים, ניתוחם, בדיקתם וautomציה של ההליכים באמצעות כלים אינה המטרה הסופית, אלא שלב באבולוציה. כאשר המומחים יבנו שהם (CAD או) BIM. אנליטים יפנה בהדרגה "BIM" המונה CAD, יכולים לעבוד ישירות עם הנתונים, תוך דילוג על כלים מסורתיים של את מקומו לקונספטים של שימוש נתונים מובנים ומפורטים של פרויקט הבניה.

וכלים המבוססים עליהם (LLM) אחד הגורמים המרכזיים המזרזים את השינוי הוא הופעת מודלים לשוניים גדולים API טכנולוגיות אלו משנות את הגישה לעובדה עם נתונים פרויקטים, ומאפשרות גישה למידע מבלי צורך במידע עמוק על הופך לאינטואיטיבי ונגיש CAD תהליכי יצירה הדרישות והאינטראקטיה עם נתונים, LLM או פתרונות של חברות.

פרויקטים CAD בתהליכי עיבוד נתונים LLM הופעת

שינויים מהפכנים, CAD ולפורטמים פתוחים וmpshtim של CAD בנוסח לפיתוח כלים לגישה לבסיסי נתונים של (מודלים לשוניים גדולים). אם בעבר הגישה למידע LLM בעיבוד נתונים פרויקטים מבאים לידי ביטוי הופעת כלים של

כómo ניתן לקיים אינטראקציה עם הנתונים, API הzbוצעה בעicker דרך ממשקים מרכיבים ודורשה ידע בתוכנות ובאמצעות שפה טبيعית.

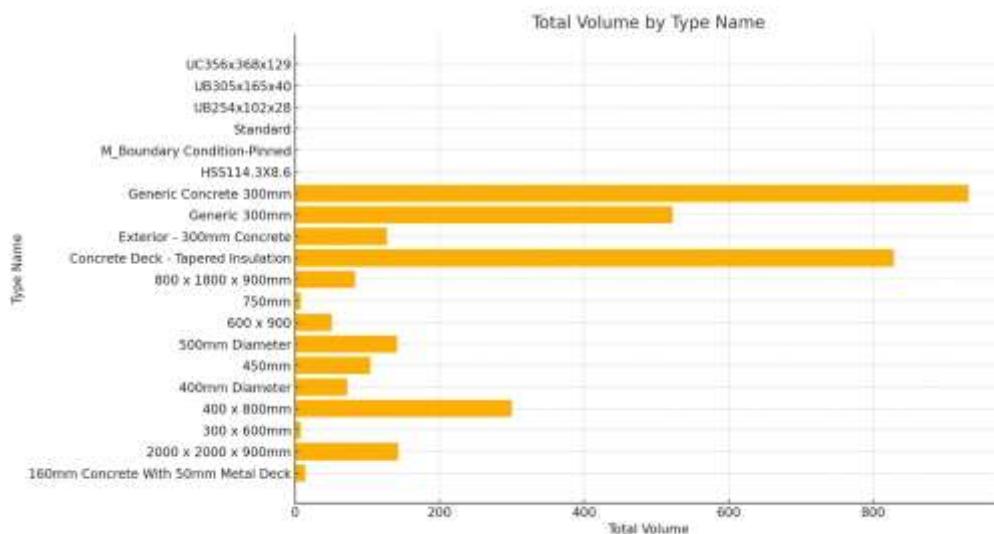
הנדסים, מנהלים ומעצבים לא רק טכני יכולים לקבל את המידע הנדרש מנתוני הפרויקט על ידי ניסוח בקשות שאלת כמו: "הראה בטבלה עם LLM בשפה רגילה. בתנאי שהנתונים מובנים ונגישים, מספיק לשאול בז'אט של קבוצות לפי סוג את כל הקירות עם נפח של יותר מ-10 מטרים מעוקבים"- והמודל יփוך אוטומטית את הבקשה זו ל. ויצור את הטבלה הסופית, גרפ או אפליו מסמך מוכן, Pandas-או לקובד ב SQL.

מתקשרים עם נתוני פרויקטים המוצגים בפורמטים שונים של LLM להלן מספר דוגמאות מעשיות כיצד מודלים של CAD (BIM).

א) לאחר המרה לפורטט טבלאי (ראה CAD RVT לפרויקט בפורטט LLM דוגמת בקשה בז'אט של 4.113):-

"לפי שם סוג "חוך סיכום הפרט" נפח RVT שהתקבל מקובץ Dataframe-סכם את הנתונים ב והראה את מספר הפריטים בקבוצה. והראה בבקשת כל זה בצורה של היסטוגרמה אופקית ללא ערכאים אפסיים.

ב) (PNG פורטט) בצורה של היסטוגרמה אופקית LLM תשובה



דרך בקשה QTO אנו מקבלים מיד טבלת LLM-במקום 17 לחיצות עכבר או 40 שורות קוד באמצעות שימוש בתוספים, ב 6.45. ריש טקסטואלית.

Formulate של סוג קירות עם שטח כולל ומספר מתחזק הקטגוריה "קירות", נ QTO כדי ליצור טבלה בקשה טקסטואלית עבור צ'אט LLM:

כח רק את האלמנטים מתחזק מסגרת הנתונים של הפרויקט, שיש להם בפרמטר "קטgorיה" את קבץ אותם לפי "שם סוג", סכום את ערך העמודה "שטח", הוסף את הכמות והציג, אולם בטבלה, מהק ערכיהם אפסיים.

מוכנה QTO בצורה של טבלה LLM תשובה

Type Name	Total Area	Count
CL_W1	393.12 sq m	10
Cavity wall_sliders	9.37 sq m	1
Foundation - 300mm Concrete	30.90 sq m	1
Interior - 165 Partition (1-hr)	17.25 sq m	3
Interior - Partition	186.54 sq m	14
Retaining - 300mm Concrete	195.79 sq m	10
SH_Curtain wall	159.42 sq m	9
SIP 202mm Wall - conc clad	114.76 sq m	4
Wall - Timber Clad	162.91 sq m	8

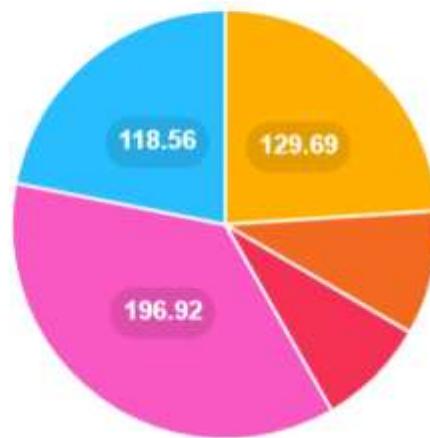
ריש 6.46 בשפה טבעית מספקת תוצאה דומה באיכות דומה כמו בשימוש בכלים QTO יצרת טבלה CAD- (BIM-).

לאחר המרה למסגרת נתונים טבלאית ונכנים בקשה טקסטואלית דומה IFC נעשה בקשה לפרויקט בפורמט LLM לכל צ'אט:

כח רק את האלמנטים מהפרויקט, שיש להם ערכים בפרמטר "קטgorיה", וואז קבץ את הפריטים הללו לפי IfcSlab את האלמנטים שיש להם ערכים בפרמטר "ObjectType", סכום את הערכים בפרמטר "PSet_RVT_Dimensions Area" וציג אותם בצורה של תרשימים עוגה.

2. IFC בצורה של תרשימים עוגה מוכנה של קבוצת אלמנטים מנוטני LLM תשובה

For ■ Floor:127mm Slab on Grade, ■ Floor:150mm Exterior Slab on Grade,
 ■ Floor:Finish Floor - Ceramic Tile, ■ Floor:Finish Floor - Wood, and
 ■ Floor:Residential - Wood Joist with Subflooring



בפורמט מובנה יכולה להיות כל סוג של גרפף שונה להבנת הנתונים IFC תוצאה הבקשה לנוטני 6.47. ריס.

באמצעות Python-מסתוראות עשרות שורות קוד ב (6.45 - 6.47. ריס - 6.47. ריס) מהורי כל אחת מהתשומות המוכנות מקומית או מקוונת כדי להשיג תוצאות IDE ולשימוש בכל LLM הקוד המתקבל ניתן להעתקה מצ'אט Pandas ספרייתי LLM זהות מחוץ לcz'אט.

אלא גם עם CAD (BIM), D אנו יכולים לעבוד לא רק עם פרויקטים שהתקבלו בפורטים 3 LLM באותו צ'אט כדי LLM אליהם לאחר המرة לצורת נתונים מובנית נוכל להניח בקשה בcz'אט DWG שרטוטים שטוחים בפורמט להציג, למשל, נתונים על קבוצות אלמנטים בצורה של קוים או גיאומטריות תלת-ממדיות.

3. LLM עם DWG ניתוח אוטומטי של קבצי

בשל חוסר המוכנות של המידע - תמיד היה מושימה מרכיבת, שדרשה תוכנה DWG תהליך עיבוד הנתונים מכבץ הפק להיות אפשרי, LLM מיוודת ולעתים ניתוח ידני. עם זאת, עם התפתחות האינטלקטואלית המלאכותית וכלי-אמיתי של בקשות Pipeline לאוטומט את רוב השלבים בתהליך זה, אשר עד היום היה ברובו תהליך ידני. נבחן: המאפשרים בעבודה עם הפרויקט DWG, לעובדה עם שרטוטי ChatGPT (בדוגמה זו) LLM

■ וקווארדינטות ID, לפי שכבות DWG לסנון נתוני ■

■ להמחיש את הגיאומטריה של האלמנטים ■

■ لأنוט את השרטוטים אוטומטית על בסיס פתרונות ■

■ לפרוס פולילינאים של קירות במישור אופקי ■

■ ליצור הדמיות תלת-ממדיות אינטראקטיביות של נתונים שטוחים ■

מורכבים CAD למבנה ולנתה נתוני בניה ללא כלים

תחליה נוצר בקשה, המתארת את LLM מתחילה מהפקת קוד רציפה דרך Pipeline-במקורה שלנו, תהליך בניית הمبرוצ'ע ומנוחה, ומציג את התוצאה בתוך ה'צ'אט. אם התוצאה אינה תואמת, ChatGPT מייצר קוד המשימה את הרציפות, הבקשה מתוקנת, והתהליך חוזר על עצמו.

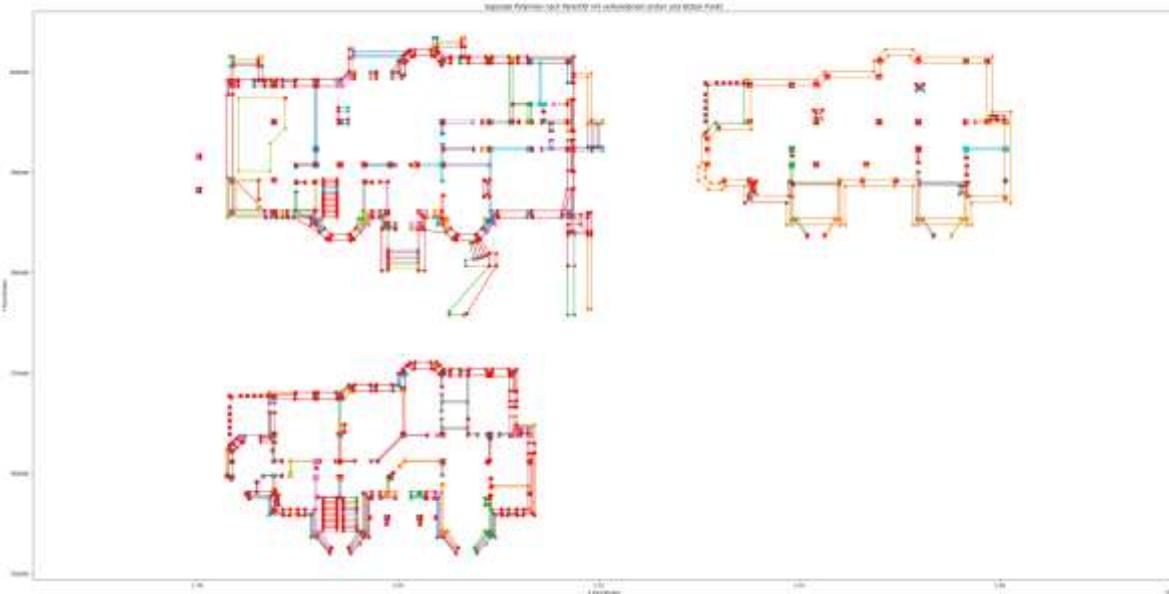
צינור – זו סדרת צעדים אוטומטיים המבוצעים לעיבוד ולניתוח נתונים. בתהליך זה, כל שלב מקבל נתונים כקלט, מבצע הוראות ו מעביר את התוצאה לשלב הבא.

נוו, במקרה שלנו על IDE ומודבק לקוד בצורה של בלוקים בכל LLM-לאחר קבלת התוצאה הרצiosa, הקוד מועתק מ-
הקטיעים שהתקבלו מאוחדים לצינור אחד, הממן את כל התהליך – מהעלאת הנתונים Kaggle.com. הפלטפורמה
ועד לביתוח הסופי שלהם. גישה כזו מאפשרת לפתח ולהרחב תהליכי ניתוח בmahיות, מבלי צורך בМОמיהות עמוקה
בתכנון. הקוד המלא של כל הקטעים המוזכרים למטה, יחד עם דוגמאות לשאלות, ניתן למצוא על הפלטפורמה
[Kaggle.com "DWG Analyse with ChatGPT | DataDrivenConstruction".](#)

– מהשלב הקלאסי 4.113) לאחר המרה לצורה נתונים מובנית DWG נתחיל את תהליך העבודה עם נתונים קיובץ וסינון מתוך כל נתונים השרטוט, של האלמנטים הנדרשים עבור המשימה שלנו, במיוחד פולילינרים (הפרמטר 'ParentID' מאפשר לקבץ קווים לקבוצות, שיש להם בערך (בעמודות דатаה פריים" (שכבה "ערך מהירות, המכיל את 'wall".

ט: MLM- כדי לקבל קוד עبور משימה כזו ותוצאה בצורת תמונה, יש לכתוב את השאלה הבאה ב-

תספק תמונה מוכנה שמאחוריה משתמש הקוד שנוצר בשפת LLM לרשימת השובט Python: 



ניקי את הקואורדינטות שלהם ובני פוליליינים "wall" את כל הקווים של שכבה **DWG**-חילוץ מקובץ ה **LLM** 6.48 אויר **Python**.

א: עכשו נוסיף לקווים את פרמטר השטח, שלכל פוליליין יש בתוכנותיו (באחת מעמודות הדטה פרימים)

קח את ערך "ID" אחד - מצא את המזהה הזה בעמודת "ParentID" עכשו קבל מכל פוליליין רק
"Area", והוסף את הערך הזה לערך "Area", חלק ב-1,000,000.

2: תציג גרפ חדש, שבו לכל פולילין תהיה תוכית עם שטחו LLM תשובה

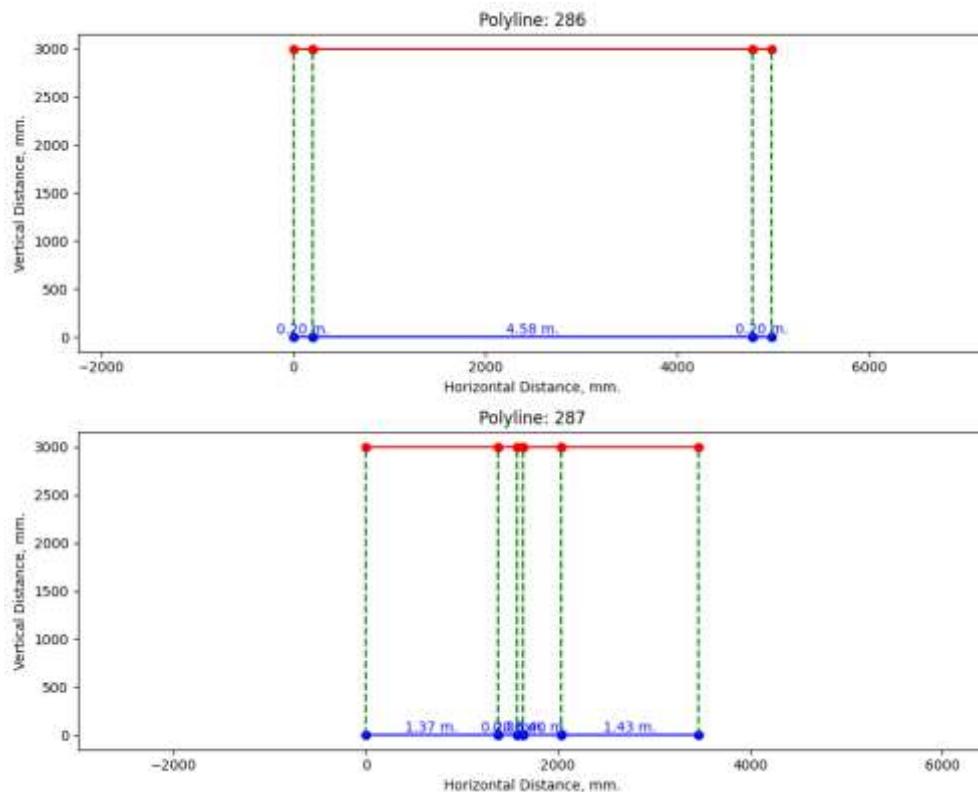


השלים את הקוד, שлокח את ערכי השטח עבור כל פולילין ומוסיף אותו לתמונה עם הוויזואלייזציה של הקווים LLM 6.49 אירו.

3: לאחר מכן, נמיר כל פולילין לקו אופקי, נוסיף קו מקביל בגובה 3000 מ"מ ונחבר אותם למישור אחד, כדי להציג כך את פרישת פני השטח של אלמנטים קירות.

אם הלו כרשימה-ID-קחו את ה "wall" עם הערך "Layer" יש לחת את כל האלמנטים מעמודה כל האלמנטים "ParentID". אם הלו בכל מסגרת הנתונים בעמודה-ID-ומצאו את ה "ID" מעמודת של הנקודה הראשונה y, x הם קווים שמתאגדים לפולילינה אחת. כל קו יש לו את הגיאומטריה יש לחת כל פולילינה בתור תור ולהתחיל מנקודה 0,0 אופקית לבנות את "Point" בעמודת אורך כל קטע מהפולילינה. אורך כל קטע פולילינה בקו אחד. לאחר מכן, ציררו קווים זהים רק בגובה 3000 מ"מ, חקרו את כל הנקודות למישור אחד

תפקיד קוד שמאפשר לבנות פריסות קירות במישור LLM תשובה

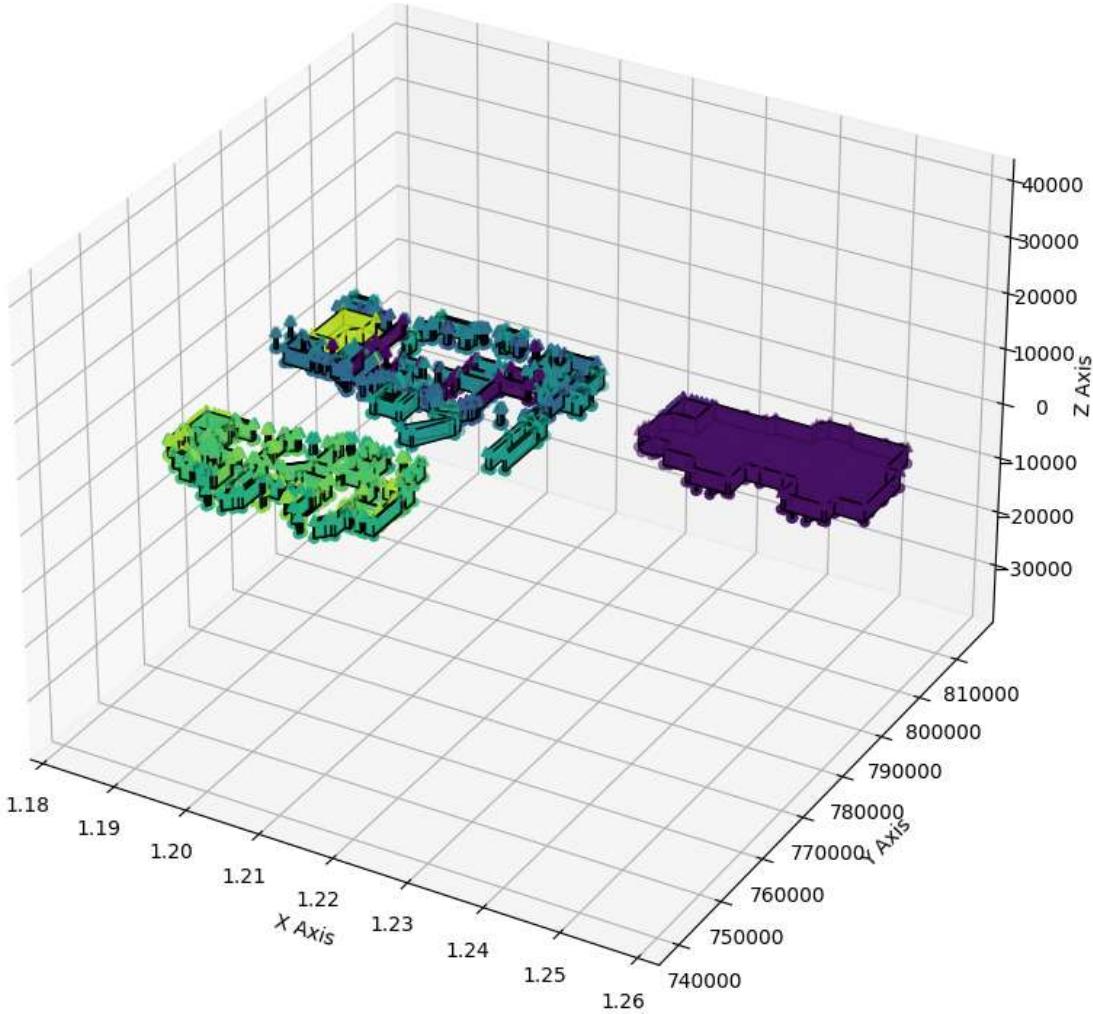


כל פוליליניהanno הופכים בעזרה פקודות לפריסה, שומרה בזרה את המישורים של הקירות ישירות בז'אט של 6.410 אירור LLM.

עכשו נעבור מהפרויקט הדו-ממדי למודל תלת-ממדי של קירות מקוים שטוחים על ידי חיבור השכבות העליונות והתחתונות של הפוליליניות

ובגובה $z = 0 \text{ m}$ ויזואлизציה של אלמנטים הקיר בתלת-ממד, חיבור פוליליניות בגובה כדי ליצור גיאומטריה סגורה המיצגת את קירות הבניין. השתמש בגרף תלת-ממדי של Matplotlib.

2. ייצור גרפ' תלת-ממדי אינטראקטיבי, שבו כל פוליליניה תוצג כסט של מישורים. המשמש יכול לנوع LLM בחופשיות בין האלמנטים בעורף ההפוך, לחקור את המודל במצב תלת-ממד, על ידי העתקת הקוד מהצ'אט ל-IDE:



תלת-ממד-viewer-עזר לבנות קוד [129] 129] עבור ויזואיזציה של קווים שטוחים של השרטוט בתצוגת תלת-ממד, שניין לחקור ב LLM 6.411 LLM 6.411 איר IDE-ממד בטורו ה-

עוד קיבלת התוצאה הסופית DWG הגיאוני וחזר על עצמו — מהירה הראשונית והעלאת קובי' Pipeline כדי לבנות כך, לא רק שתבדקו את התוצאה בצ'אט. LLM מומלץ לאחר כל שלב להעתיק את בлок הקוד שנוצר על ידי אלא גם תריצו אותה מיד בסביבת הפיתוח שלכם. זה מאפשר לבנות את התהילה בזורה רציפה, לתukan ולהתאים אותה. לפि הצורך

יחד עם דוגמאות לפקודות נתן למצוא (6.48 איר - 6.411 איר) לכל החלקים Pipeline-הקוד המלא של ה-Kaggle.com "DWG Analyse with ChatGPT | DataDrivenConstruction" ניתן לא רק לצפות בקוד ובפקודות בשימוש, אלא גם להעתיק ולבדוק בחינם את כל ה-Kaggle Pipeline [129]. --עצמו IDE-בביבה עננית ללא צורך בהתקנת תוכנה נוספת או ה-DWG עם מסגרות הנתונים המקוריות של

הפקת דוחות וויזואלייזציות נחישות לכל פרויקט עם DWG שפותח מתאים לעיבוד שרטוטים בוודדים כמו גם לעיבוד קבוצתי של עשרה, מאות ואפילו קבצי Pipeline.

לאחר XLSX מומראות אוטומטית לפורמט CAD התהlik ניתן לבנייה בצורה רציפה וסקופה: תחילת הנתונים מקובץ CSV עם מושגים מסוימים, ולאחר מכן מטבחת קיבוץ, בדיקה והפקת תוצאה - כל זה מתבצע באותו מחברת פופולרי. אם יש צורך, התהlik ניתן להרחבה בקלות על ידי אינטגרציה עם IDE כלשהו, Python או סקריפט Jupyter. אוטומטיות לפי קритריונים שנקבעו, להחזיר את התוצאותchorה CAD מערכות ניהול מסמכים פרויקטים: ניתנת לחלץ קבצי CSV ותוכנה ימוך יתאפשר לטעינה.

CAD לובודה עם נתוני פרויקטים מפחית את התלות בתוכנות LLM השימוש בacz'ט ובסוכנים של מיזוגות ומאפשר לבצע ניתוח וויזואלייזציה של פרויקטים ארכיטקטוניים מבלי צורך באינטראקציה ידנית עם הממשק - ללא להציג עכבר וחירות ניוט מורכב בתפריטים.

DataFrame, נתונים מובנים גרגולריים, LLM עם כל יום שעובר, יותר ויותר ניתן לשימוש בתעשיית הבניה על יהpecו, CAD דו-ממדים מואחדים, שנוצרו מסדי נתונים שונים ומפורטים DataFrame. ומסדי נתונים עמודיים ידלק אידיאלי עבור כלים אנגליטיים מודרניים, אשר בהם עובדים באופן פעיל מומחים בתעשייה אחריות בכלכלה של מוצרים נישתיים סגורים ולכתחוב סكريיפטים API תהליך האוטומציה עצמו יתרחש באופן משמעותי - במקום ללמידה מורכבים לנתחה או טרנספורמציה של פרמטרים, עשויו יהיה מספיק לנפח את המשימה בצורה של קבוצת פקודות הנדרש לשפת התוכנות הנדרשת, אשר ניתן להריצן Workflow או תהליך Pipeline-טקסט נפרדות, אשר יתגדרו לbehינם כמעט על כל מכשיר. לא יהיה צורך יותר לחכות להשקת מוצרים חדשים, פורמטים, תוספים או עדכונים מספקים, מהנדסים ובונים יקבלו את האפשרות לעבוד באופן עצמאי עם נתונים, תוך שימוש בכלים פשוטים. BIM (CAD כל-LLM) הינמיים וברורים, בעבודה עם עוזרת של צ'אט וסוכנים של

צדדים נוספים: המעבר מפורטניים פוראים לנוגים כתובים

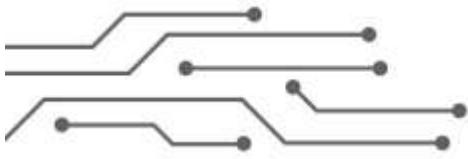
בעבודה עם נתוני פרויקטים של העתיד, סביר להניח שאין צורך להעמיק בהבנה של ליבות גיאומטריות של כלים קניינים או למלוד מאות פורמטים לא תואמים, המכילים את אותה המידע. עם זאת, ללא הבנה מדוע המעביר לנתחונים פתוחים ומובנים חשוב, קשה לטעון את הצורך בשימוש בכלים חדשים, חינמיים ופתוחים ובגישות, אשר סביר להניח שלא יקוזמו על ידי ספק התוכנה.

לזהגיאש את הצעדים המעשיים העיקריים לעוזר לישם את הגישות שנדרנו במשימות היום יומיות שלכם. CAD (BIM) בפרק זה דנו בתכונות המרכזיות של נתוני השיווקיות של הספקים, מהנדסים ומעצבנים מתמודדים בכל יום עם קשיים בהפקה, העברה וניתוח של מידע פרויקט הבנת הארכיטקטורה של מערכות אלו והיכרות עם גישות הלוויות - המבוססות על פורמלים פתוחים ואוטומציה באמצעות יcollה לפשט באופן משמעותי החיים אפילו למונחה אחד, שלא לדבר על חברות. לsicום חלק זה, כדי - LLM

הרchievo את הכלים שלכם לעובדה עם **נתוני פרויקט**

□ בהן אתם משתמשים (CAD (BIM) חקרו את התוספים והכלים הזמינים להפקת נתונים מערכות

- הומינים, המאפשרים אוטומציה של הפקת נתונים מפורטים סגורים מבלי API-ו-HDK-חקרו את ההצעה. הדרוש לפתח ידנית תוכנה מיוחדת.
 - RCSOBJ, USD, DAE וספריות פותחות מתאימות (DAE) RCSOBJ, USD, DAE וספריות פותחות מתאימות (DAE)
 - CAD נסו להזוב על מערכת לאחסן מטא-דאטה של הפרויקט בנפרד מהגיאומטריה מוחוץ לפתרונות כדי לפשט את הניתוח והאינטרציה עם מערכות אחרות (BIM) CAD נסו להזוב על מערכת לאחסן מטא-דאטה של הפרויקט בנפרד מהגיאומטריה מוחוץ לפתרונות כדי לפשט את הניתוח והאינטרציה עם מערכות אחרות (BIM)
 - לאותומציה של שאלות המרה בין פורמטים LLM-השתמש בצרו תהליכי אישים לעיבוד מידע פרויקטלי צרו תהליכי אישים לעיבוד מידע פרויקטלי
 - התחילה לתאר משימות ודרישות למידול דרך פרמטרים וערכיהם בפורמטים פשוטים ומסודרים צרו ספרייה אישית של סקריפטים או קטעי קוד לפעולות שבוצעות לעיתים קרובות צרו ספרייה אישית של סקריפטים או קטעי קוד לפעולות שבוצעות לעיתים קרובות
 - קידמו את השימוש בסטנדרטים פתוחים בעבודתכם קידמו את השימוש בסטנדרטים פתוחים בעבודתכם
 - הציעו לעמיתים ולשותפים להחליף נתונים בפורמטים פתוחים, שאינם מוגבלים לאקויסיטומות של ספקית תוכנה הציעו לעמיתים ולשותפים להחליף נתונים בפורמטים פתוחים, שאינם מוגבלים לאקויסיטומות של ספקית תוכנה
 - הדגימו את היתרונות של שימוש בתנונים מסודרים בדוגמאות קונקרטיות הדגימו את היתרונות של שימוש בתנונים מסודרים בדוגמאות קונקרטיות
 - יימו דיוונים על בעיות עם פורמטים סגורים ופתרונות אפשריים ימו דיוונים על בעיות עם פורמטים סגורים ופתרונות אפשריים
- הבנה אישית של עקרונות העבודה, (BIM-CAD-) גם אם איןכם יכולים לשנות את מדיניות החברה בונגע לפלטפורמות עם נתוני פרויקטים בפורמטים פתוחים האפשר לכם לשפר משמעותית את הייעולות בעבודתכם. על ידי יצירת כלים ושיטות אישיות להפקה והמרה של נתונים מפורטים שונים, לא רק שתשפרו את תהליכי העבודה, אלא גם תקבלו גמישות שתאפשר לכם לעקוף את המוגבלות של תוכנה סטנדרטית.



ויליאם VII

קבלת החלטות מבוססות נתונים, ניתוח, אוטומציה ולמידה מכונה

החלק השביעי מוקדש לניתוח נתונים ואוטומציה של תהליכי בתעשייה הבניה כאן נדונה כיצד נתונים הופכים לבסיס לקבלת החלטות ומוסברים העקרונות של (KPI), ויזואליזציה של מידע לניתוחiesel. מתוארים בפירוט מדרי ביצוע מרכיבים ויצירת לוחות מחוונים למשך אחר (ROI) שיטות להערכת החזר על השקעה ETL (Extract, Transform, מה שמאפשר להפוך,.pipeline), ואוטומציה שלהם באמצעות צינורות (Pipeline), נתונים מפוזרים למידע ניתוח. נתונים כלים לאורקסטריצה של תהליכי המאפשרים לבנות ch-ו Apache Airflow, Apache NiFi עבודה, כמו צינורות נתונים אוטומטיים ללא ידע עמוק בתכנות. תפקיד שימושי מוקצה וליישום לפשט את ניתוח הנתונים וautomacization (LLM) לדגמים לשוניים גדולים של שימושות שגרתיות.

7.1. פֶּרְקָע .

ניתוח נתונים וקבלת החלטות מבוססות נתונים

לאחר שלבי האיסוף, הסידור, הניקוי והבדיקה של המידע, נוצר מערך נתונים שלם וראוי לניתוח. בחלקים הקודמים של ורשותם טקסט של פגישות PDF הספר נדונה היסטומטיזציה והסידור של מקורות מגוונים – מדוקומנטים בפורמט נתונים גיאומטריים. מתואר בפירוט תהליך הבדיקה וההתאמה של המידע לדרישות של מערכות CAD ועד מודלים שונים ומוסוגים, השרות כפליות וסתירות.

כל החישובים שבוצעו על בסיס נתונים אלה (החלק השלישי והרביעי של הספר) – החל מהמטרות פשוטות ועד חישובי (החלק החמישי) – מהווים שימושים מנתחות ברמה גבוהה. הם מהווים את הבסיס להבנת ESG מועדים, עלויות ומדד'י המצב הנוכחי של הפרויקט, הערכת פרמטרים שלו וקבלת החלטות לאחר מכן. כתוצאה לכך, הנתונים, בעקבות החישובים, הופכים מכבוצת רשותם מנוחה, המסוגל לענות על שאלות מפתח של העסק.

בפרקם הקודמים נדונו בפירוט תהליכי איסוף נתונים ובקרת איכותם לשימוש במרקרי עסקים טיפוסיים ובהליכים האופייניים לתעשייה הבניה. האנליטיקה בהקשר זה דומה במידה רבה ליישומים בתעשייה אחרות, אך יש לה גם מספר מאפיינים ספציפיים.

בפרקם הבאים יידון תהליך ניתוח הנתונים ברמה גבוהה, כולל שלבי אוטומציה – מהשגת המידע הראשונית והמרתתו ועד העברתו למערכות ולמסמכים הייעודיים. תחילתה תציג החלק התיאורטי, המוקדש להיבטים שונים של קבלת החלטות על תהליכי הבאים יידון תהליכי איסוף נתונים ובקרטת איכותם. תחתיל החלטה מעשי, הקשור לאוטומציה לבניית ETL-Pipeline.

נתונים כמשאב בקבלת החלטות

תהליך קבלת ההחלטה על בסיס נתונים הוא לעיתים קרובות תהליכי חזותי ומתחיל באיסוף שיטתי של מידע ממוקורות – מידע מגוונים. בדומה למחזור הטבעי, אלמנטים-Boldים של נתונים ומערכות מידע שלמות בהדרגה נופלים לאדמה. מצטבריםם במחסני מידע של חברות. עם הזמן, נתונים אלה, בדומה לעליים וונפים שנפלו, מתמירים לחומר יקר ערך המיצליום של מהנדסי נתונים ואנליטיקאים מארגן ומcin את המידע לשימוש עתידי והופך נתונים ומערכות שנפלו -לקומפוסט יקר ערך, לגיזול נבטים חדשים ומערכות חדשות

משמעות השימוש הרחב באנalityka בתעשייה שונות את תחילתה של תקופה חדשה, שבה העבודה עם נתונים הופכת לבסיס לפעולות מקצועית. חשוב לпомнם בתעשייה הבניה להסתגל לשינויים אלה ולהיות מוכנים למעבר לעידן חדש – עידן הנתונים והאנליטיקה

ההעברה נתונים ידנית בין טבלאות וביצוע חישובים ידניים הולכים ונעלמים, מפנים מקום לאוטומציה לניתוח זמני נתונים, לאנalityka וללמידה מוכנה. כלם אלה הופכים לרכיבים מרכזיים במערכת המודרנית לתמיכה בקבלת החלטות.

בספר של מקינזי "רענון. מדריך מקינזי להתמודדות עם תחרות בעידן הדיגיטלי ובינה מלאכותית", מובאת מחקר שנערך בשנת 2022 עם השתתפות 1,330 מנהיגים בכירים אזרחיים גיאוגרפיים, תעשייתים וכיוונים פונקציונליים שונים. על פי תוצאותיו, 70% מהמובילים משתמשים באנליטיקה מתקדמת כדי לפתח רעיונות משלהם, ו-50% מיישמים בינה מלאכותית לשיפור ואוטומציה של תהליכי קבלת החלטות.



ניתוח נתונים ואנליטיקה - כלי מרכזי להאצת קבלת החלטות בחברה.

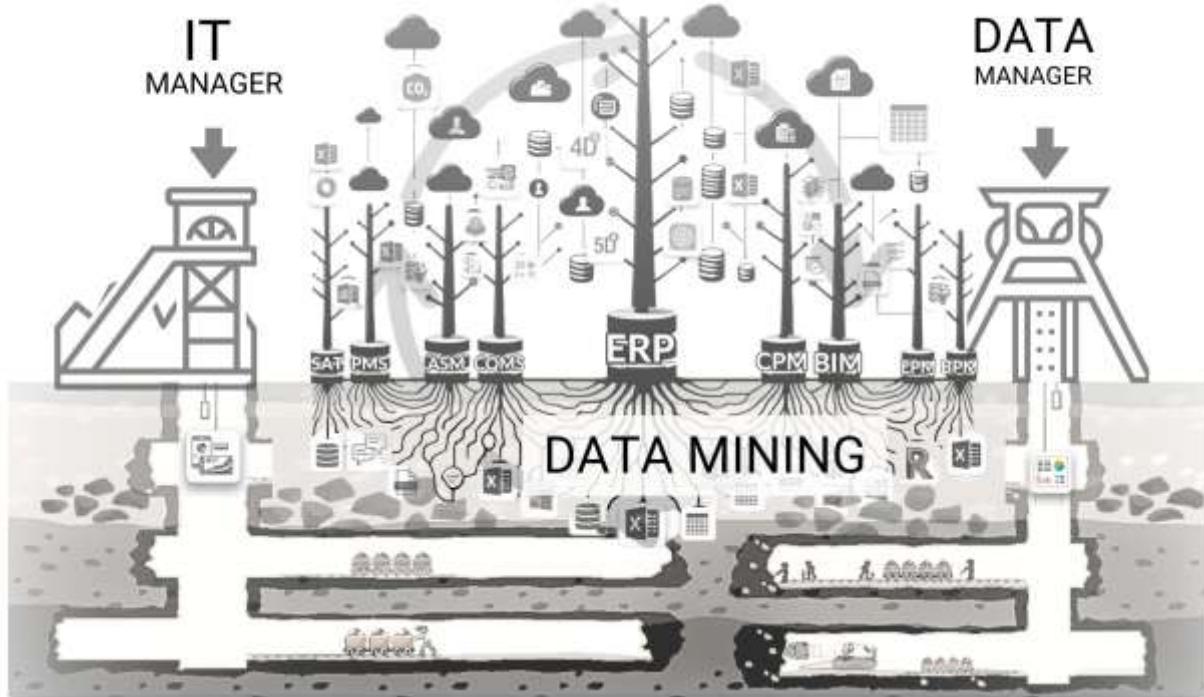
ניתוח נתונים, בדומה להतפשות מיצליום, חותר דרך ההומוס של החלטות עבר, מסיע לחבר בין מערכות נפרדות ומנהלה מנהלים לידע יקר ערך. ידע זה, בדומה לחומרים מזינים מעכינים מתפוררים של מערכות נתונים, מזין החלטות חדשות בחברה, מה שmobiel לשינויים עילאים ולצמיחה אינטואטיבית של מידע, בדומה לירוקות חדשים ולנתיבים המופיעים מאדמה עשרה ובריאה (איור 1.25).

מספרים יש היסטוריה חשובה שהם צריים בספר. הם סומכים על כך שתיתן להם קול ברור ומשמעות.

סתיבן פיי, מומחה ליזואליזציה של נתונים –

בחברות ביינניות וקטנות, העבודה על הילוץ והכנה של מידע לניתוח נוספת כיום תהליך שדורש עבודה רבה (איור 7.12) השווה להציגת פחם במאה ה-18. עד לאחרונה, העבודה על הילוץ והכנה של נתונים הייתה מיועדת בעיקר, להרפקתנים שעבדו בנישה צרה עם סט קטן ומוגבל של כלים לעבודה עם סוגים שונים של נתונים ממוקרות לא מובניםandi מוכנסים, מעורבים וסגורים.

מנהיגים ומנהלים המקבלים החלטות לעתים קרובות אינם בעלי ניסיון מספיק בעבודה עם נתונים ומערכות מגוונות, אך הם נדרשים לקבל החלטות על בסיסם. כתוצאה לכך, קבלת החלטות מבוססת נתונים בתעשיית הבניה המודרנית בעשורים האחרונים פחתה דומה לתהליכי אוטומטי ויוטר לעבודה ידנית. מושחתת של כורי פחם בשדות הפחים הראשונים



איור 7.12 בתהליך חיווש נתונים, המומחים עוברים דרך מורכבת של הכנת נתונים - מנקיוי ועד בניית ניתוח עתידי.

אף על פי שיטות החילוץ המודרניות בתעשייה הבניה הן ללא ספק מתקדמות יותר מאשר הטכניקות הפרימיטיביות של כורי פחם במאה ה-12, זה עדין נשאר משימה מורכבת ומסוכנת מאוד, שדורשת משאבים משמעותיים ומומחיות שיכולה להרשות לעצמה רק חבות גדולים. תהליכי החילוץ והאנליזה של נתונים מהמורשת שנוצרה מפרויקטים קודמים עד לאחרונה היו בעיקר בתחום החברות הגדולות והמתקדמיות טכנולוגית, אשר אספו ושמרו נתונים במשך שנים רבות.

בעבר, חברות טכנולוגיות בוגרות שיחקו תפקיד מרכזי באנגליה, אוספו נתונים במשך שנים. כיום המצב משתנה: הגישה לנתונים ולכלים לעיבודם הופכת לדמוקרטיית - פתרונות שהיו מסובכים בעבר זמינים כתעלולם ולא תשלום.

ישום אנגליזה מאפשר לחברות לקבל החלטות מדויקות ובסיסות יותר בזמן אמת. להלן דוגמה מעשית המדגימה כיצד נתונים היסטוריים מסייעים בקבלת החלטות כלכליות מבוססות

א. "מנהל פרויקט - "כעת המחיר המוצע של בטון בעיר הוא $82 \text{ €} / \text{m}^3$, ובאופן שולנו הוא $95 \text{ €} / \text{m}^3$

ב. "שמאי - "בפרויקטים קודמים ההוצאות היו כ-15%, ולכן אני נזהר

ג. ". מנהל נתונים או מהנדס בקרה מצד המזמין - "בואו נבדוק את האנגליזה של שלושת המכרזים האחרונים

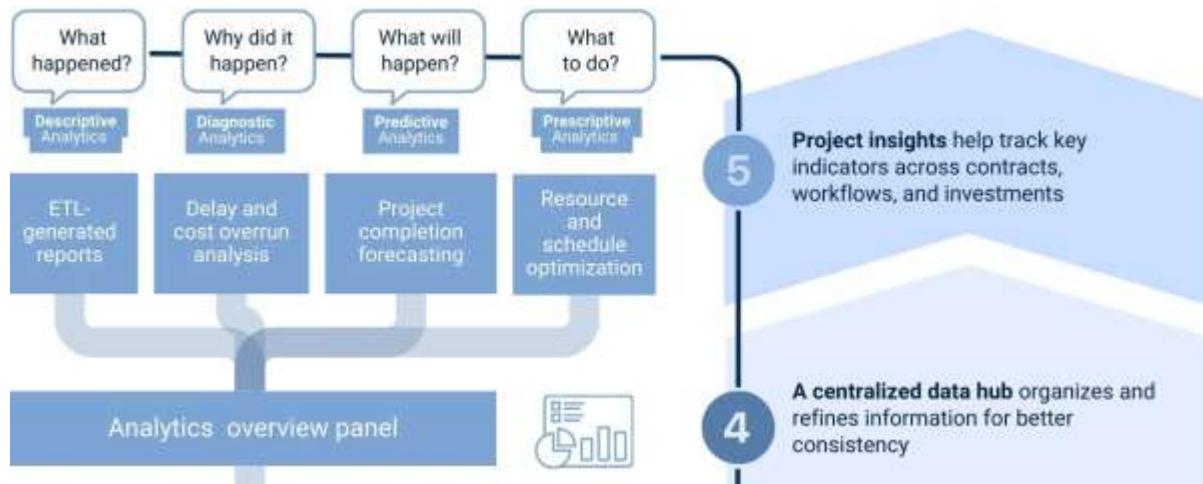
מפרויקטים קודמים אנו מקבלים DataFrame-לאחר ניתוח ה

ממחיר הרכישה המוצע בפועל: $84.80 \text{ €} / \text{m}^3$

שיעור ההוצאות המוצעות+: 4.7%

שיעור מומלץ בהצעת המחיר ~ 85 / € / ₪³

פתרון זה יתבסס לא על תוצאות סובייקטיביות, אלא על סטטיסטיקה היסטורית קונקרטית, מה שמאפשר להפחית סיכונים ולהגבר את הצדקה של ההצעה המחיר. ניתוח נתונים מפרויקטם קודמים הופך להיות מעין "דשן ארגני", ממנו צומחים פתרונות חדשים ומדויקים יותר.



אליטית נתוניים עונה על שלושה שאלות מפתח: מה קרה, מדוע זה קרה ומה יש לעשות הלאה 7.13. ריש.

מנהיגים ומנהלי החלטות לעתים קרובות מתמודדים עם הצורך לעבוד עם נתונים ומערכות מגוונות, מבלי שיש להם הכשרה טכנית מספקת. במצבים כאלה, אחד העוזרים המרכזים בתהליכי הבנת הנתוניים הוא הויזואלייזציה - אחד השלבים הראשונים והחשובים בתהליכי האנליטי. היא מאפשרת להציג מידע בצורה ברורה וモובנת.

ווייזואלייזציה של נתונים: מפתח להבנה וקבלת החלטות

בתעשייה הבניה המודרנית, שבה נתונים הפרויקטם מאופינים במרכבות ובמבנה רב-שכבותי, הויזואלייזציה משחקת תפקיד מרכזי. ויזואלייזציה של נתונים מאפשרת למנהל פרויקטים ומהנדסים להמחיש דפוסים ומערכות מורכבות, החבוות בנחטים גדולים ומגוונים של נתונים.

ווייזואלייזציה של נתונים מקלה על הבנת מצב הפרויקט: הפעלת משאבים, דינמיקת הוצאות או שימוש בחומרים. בעזרת גרפים ויאגרמות, מידע מורכב ויבש הופך לנגיש ומובן, מה שמאפשר לוזהות במהירותאזורים מרכזיים שדרושים תשומת לב ולגלות בעיות פוטנציאליות.

ווייזואלייזציה של נתונים לא רק מקלה על פרשנות המידע, אלא היא שלב קידיני בתהליכי האנליטי וקבלת החלטות 2.25.- ("ניהוליות מבוססות, ועוזרת לענות על השאלות "מה קרה?" או "איך זה קרה").

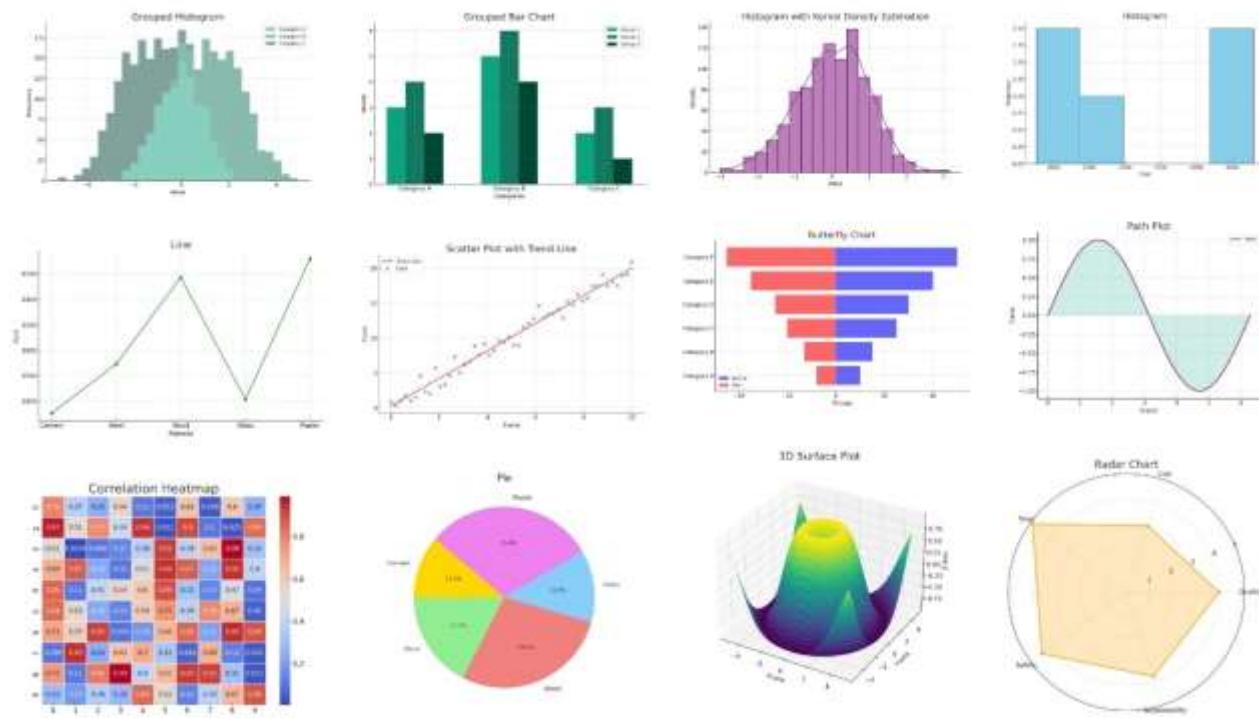
לפני קבלת החלטות מרכזיות, מנהלי פרויקטים יהיו סבירים יותר להשתמש בייצוגים חזותיים של נתונים, ולא במספרים בלבד וקשיים לפרשנות מトー גילוינות אלקטרוניים או הודעות טקסטיות.

נתונים שאינם מגובים בויזואלייזציה דומים לחומרי בניין מפוזרים באתר הבניה: הפטנציאל שלהם אינו ברור. רק כאשר נוצרת מהם ויזואלייזציה ברורה, כמו מבית שנבנה מלכנים ובטון, מתרברר איזו ערך הם מייצגים. עד שהבית לא נבנה, אי אפשר לדעת אם ערימת החומרים תהפוך לאותל קטן, ויליה מפוארת או גורד שחקים.

בעסקאות פיננסיות ובנתונים טקסטואליים, (2.110 - 1.24 איר) חברות מחזיקות בנתונים מערכות שונות, רחבים. עם זאת, השימוש בנתונים אלה לטובת העסק מהווה לעיתים קרובות משימה מורכבת. במקרים כאלה, הויזואלייזציה הופכת לכלי חשוב להעברת משמעות הנתונים, המסייעת להציג את המידע בפורמטים המובנים לכל מומחה. לדוגמה, הצורך של לוחות מחוונים, גרפים ודיאגרמות

מה צריך לסטודנטים כדי להצליח בעולם העסקים המשתנה ב מהירות" (מדג'יש [ci] PwC מחקר חברות מציאות אינן מוגבלות לניטוח נתונים, אלא משתמשות באופן פעיל בכלים אינטראקטיביים של ויזואלייזציה, כמו גרפים, אינפוגרפיקה ולוחות מחוונים, כדי לתמוך בקבלת החלטות. על פי הדוח, ויזואלייזציה של נתונים מסייעת ללקוחות להבין את הסיפור שהנתונים מספרים, באמצעות גרפים, דיאגרמות לוחות מחוונים ומודלים אינטראקטיביים של נתונים.

תהליך המרת מידע לצורות גרפיות ויזואליות, כמו דיאגרמות וגרפים, משפר את ההבנה והפרשנות של הנתונים (אייר 7.14) על ידי המוח האנושי. זה מאפשר למנהל פרויקטים ואנוליסטים להעריך ב מהירות תרחישים מורכבים ולקבל החלטות מושכלות, בהתבסס לא על אינטואיציה, אלא על מגמות ודפוסים המוכרים ויזואלית.



סוגי ויזואלייזציה שונים נוצרו כדי לסייע למוח האנושי להבין ולהשיג את המידע היבש של מספרים **7.14** איור.

נושאים נוספים הקשורים לייצרת ויזואלייזיות נתונים, ולשימוש בספריות ויזואלייזיה חינמיות שונות, יידונו בפרק ETL הבא, המוקדש לתהילכי.

ויזואלייזציה הופכת להיות מרכיב בלתי נפרד בעבודה עם נתונים בתעשייה הבניה - היא מסייעת לא רק "לראות" את הנתונים, אלא גם להבין את משמעותם בהקשר של שימוש ניהול. עם זאת, כדי שהוויזואלייזציה תהיהאמת מועילה יש לקבוע מראש מה יש לויזואלייזיה ומה המדרים החשובים באמצעות הערכת הייעילות של הפרויקט. כאן ננכנים לתמונה ".בולדיהם, אפילו הולכות המהוונים היפים ביותר עלולים להישאר" רעש מידע ROI-ו KPI מדדי ביצוע, כמו

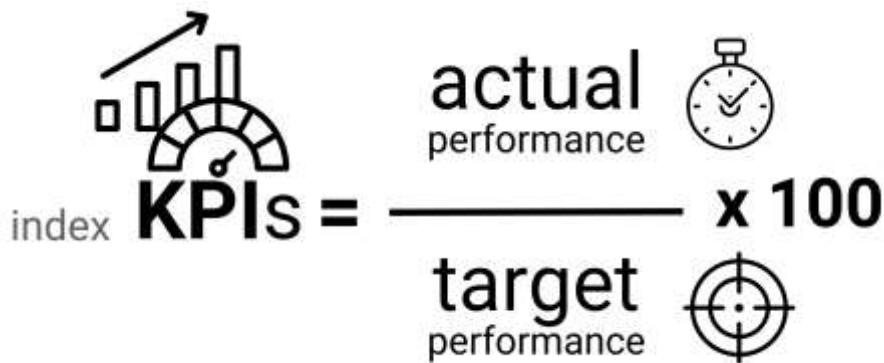
KPI-ו ROI מדדי ביצוע

כמו גם הויזואלייזציה שלהם באמצעות דוחות ולוחות (KPI-ו ROI) בתעשייה הבניה המודרנית, ניהול מדדי ביצוע משחקים תפקיד מרכזי בשיפור הפרודוקטיביות והיעילות של ניהול פרויקטים (dashboards) מהוונים.

כמו בכל עסק, גם בבנייה יש לקבוע במדוק את המדרים שעל פיהם מעריכים הצלחה, החזר השקעה ופרודוקטיביות. כאשר מקבלים נתונים על תהילכים שונים, ארגון העובך על בסיס נתונים ציריך בראש (מדדי ביצוע מרכזיים) – מדדים כמו תimiters המציגים את מידת השגת KPI-ובראונה למדוד לקבוע את המטרות האסטרטגיות והמבצעות.

אישי KPI הכוללת מדדים בפועל ובתוכנו. לדוגמה, כדי לחשב, (7.15 איור) בדרך כלל משתמשים בנוסחה KPI לחישוב

עבור פרויקט, עובד או תהליך, יש לחלק את המדרדים בפועל במדדים המתוכנים ולהכפיל את התוצאה המתבקשת ב- 100%.



משמשים למדידת הצלחת הפרויקט או התהליך בהשגת המטרות המרכזיות **KPI 7.15** אירור.

מפורטם יותר KPI ברמת הבניה ניתן להשתמש במידדי:

זמן ביצוע שלבים מרכזיים (יסוד, התקנה, גימור) – מאפשרים לשולט על עמידה בתוכניות העבודה ■■■■■

אחוז חריגות בחומרים – מסיע ב ניהול הרכישות ומצער הפסדים ■■■■■

מספר השבתות הלא מתוכנות של ציוד – משפייע על הפרודוקטיביות וההוצאות ■■■■■

לדוגמה, אם (2.25 אירור)? "בבחירה במדדים לא נכון להוביל להחלטות שגויות לגבי השאלה "מה לעשות החברה מתקדמת רק בעלות למטר רבוי, מבליל ל採取 בחשבון את ההוצאות על תיקונים, חיסכון בחומרים להוביל להידרדרות באיכות ולעליה בהוצאות בפרויקטים עתידיים".

כאשר קובעים מטרות, חשוב לבדוק מה בדיקות נמדד. ניסוחים מעורפלים מביאים למסקנות לא נכוןות ומקשים מוצלחים ולא מוצלחים בבנייה KPI על הבקרה. נבחן דוגמאות למדדי

טוביים KPI מדדי:

א) "עד סוף השנה להפחית את אחוז התקינות בעבודות הגימור ב-10%"

א) "להגבר את מהירות התקינה של חוותות ב-15% מוביל להפחית באיכות עד לרבעון הבא"

א) "להפחית את זמן השבתת הציוד ב-20% באמצעות אופטימיזציה שלلوحות הזמן עד סוף השנה"

מדדים אלו ניתנים למדידה ברורה, יש להם ערכיהם ספציפיים ומסגרות זמן

רעילים KPI מדדי:

א) "בנייה מהר יותר" כמה מהר יותר? מה זה אומר "מהר יותר"?"

א) "נספר את איכות עבודות הבטון" איך בדיקות נמדדות האיכות(?)?

א) "נספר את שיתוף הפעולה בין הקבלנים באתר" אילו קритריונים יראו שיפור(?)

טוב הוא כזה שנitinן למדוד ולהעריך באופן אובייקטיבי. בبنيיה זה חשוב במיוחד, מכיוון שבלי KPI מדריך ברורים אי אפשר לשולוט על היעילות של העבודה ולהציג תוצאות יציבות.

(הזר על השקעה – מדריך המיצג את היחס בין הרווחים ROI: יש מדריך נוסף להערכת יעילות ההשקעות, KPI-בנוסף למדד להערכת עד כמה ההשקעה בשיטות, טכנולוגיות או כלים חדשים הייתה מוצקמת: ROI-להוצאות שהושקעו. ועד השימוש בחומרים בנייה חדשים. מדריך זה מסייע בקבלה (7.32 למשל איר) מהפתרונות הדיגיטליים ואוטומציה – החלטות מבוססות לגבי השקעות עתידיות, בהתבסס על השפעתן המשנית על רווחיות העסק

(הזר השקעה יכול לשמש כאחד המדריכים המרכזיים להצלחה ROI-בהקשר של ניהול פרויקט בנייה, אם המטרה של החברה היא להעניק את הזר השקעה בפרויקט, טכנולוגיה או שיפור תהליכי (KPI). יכול להראות עד כמה היא שיפרה את הרווחיות ROI-לדוגמה, אם מיושמת שיטה חדשה לניהול הבנייה, ה

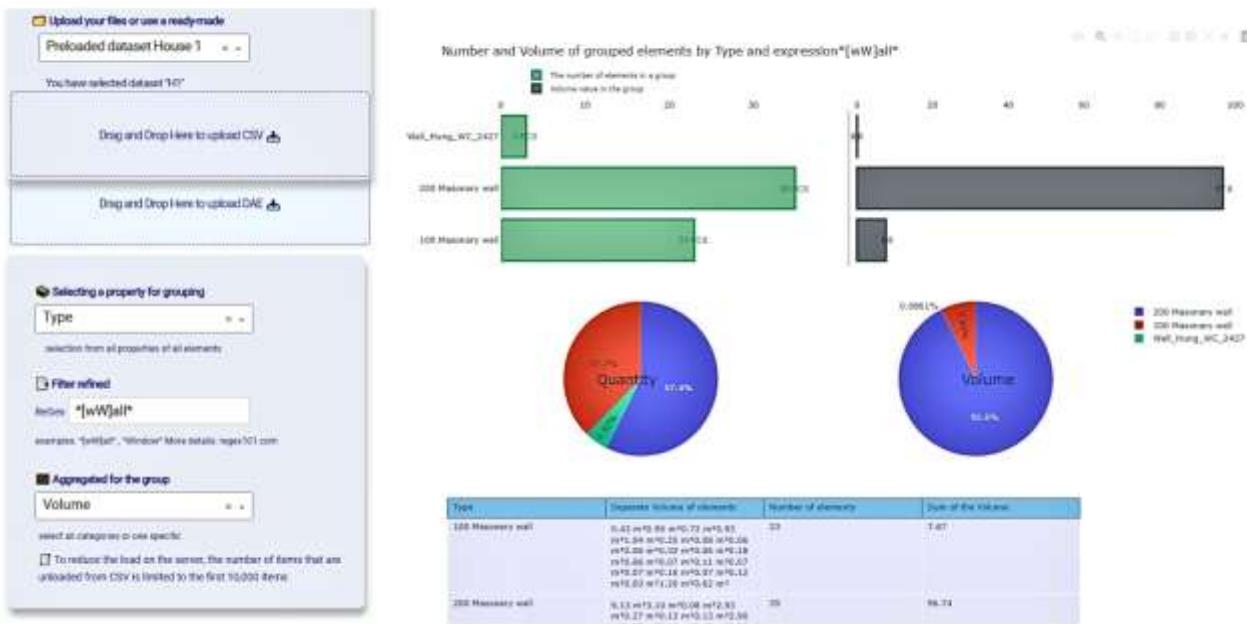
בהתבסס על נתונים שנאספו מקורות שונים, כגון הוצאות חומרים, שעות עבודה ROI-ו KPI מדידה סדירה של מדדי והוצאות, מאפשרת למנהל הפרויקט לנהל את המשאבים ביעילות ולקבל החלטות במהירות. שמירה על נתונים אלו בטוחה הארוך מאפשרת לנתח מגמות עתידיות ולאופטימיזציה של תהליכי

ומדריכים אחרים נעשה שימוש בגרפים ודיאגרמות שונות, אשר בדרך כלל מאוגדות ROI, KPI לצורך ויזואלייזציה של בלוחות מחוונים.

לוחות מידע ודשborדים: ויזואלייזציה של מדריכים לניהול יעיל

לצורך ויזואלייזציה של מדריכים ומטריקות נעשה שימוש בגרפים ודיאגרמות מגוונות, אשר בדרך כלל מאוגדות בויתרינות נתונים ולוחות מחוונים. לוחות מחוונים אלו מספקים ייצוג מרכזי של מצב הפרויקט או חלקי השונים, מציגים את המדריכים המרכזיים (באידיאלי בזמן אמת. (לוחות מחוונים עדכניים ומעודכנים באופן קבוע מאפשרים לצוות להגיב במהירות לשינויים

לוחות מחוונים הם כלים הממחישים הערכות כמותיות, מה שהופך אותן לנגישות וברורות לכל המשתתפים בפרויקט.



והויזואלייזציה שלהם באמצעות מוחונים - מפתח לשיפור הביצועים והיעילות של הפרויקט **KPI ניהול 7.16**.

הנה כמה דוגמאות לכליים פופולריים בהם ניתן ליזור לוחות מחוונים:

כלי של מיקרוסופט ליצירת דוחות אינטראקטיביים ולוחות מחוונים - BI Power BI

כללים רבי יוצמה לויזואלייזציה של נתונים ליצירתلوحות מחוונים - Google Data Studio-ו Tableau-

ללא צורך בכתיבת קוד.

ולשלבים באפליקציית אינטרנט, כמו `D3.js`, `Chart.js`, או `Google Charts`.
JavaScript מאפשרת ליצור לוחות מחוונים אינטראקטיביים באמצעות ספריות JavaScript.

ויצירת לוחות מחוונים נדרשים נתוניים עדכניים ולוח זמינים ברור לאיסוף וניתוח KPI לצורך הערכת המידע.

ולוחות מחוונים בתעשייה הבנייה מהווים את הבסיס לגישה אנגלית לניהול פרויקטים. הם לא ROI, KPI, באופן כללי רק עוזרים לעקוב ולהעריך את המצב הנוכחי, אלא גם מספקים תובנות יקרות ערך לתכנון עתידי ואופטימיזציה של ההלכים - תהליכיים תywioim ישירות בפרשנות הנומינום וביכולת לשאול את השאלות בזמן הנכון.

ניתוח נתוניים ואומנות השאלה שאלות

לימם התשובות **הפרשנות** הנתוניים היא השלב הסופי של הניתוח, שבו המידע מקבל משמעות ומתחיל "לדבר". כאן מה שלב זה מאפשר לסכם את התוצאות, להזות דפוסים (ר' 2.25). לשאלות המרכזיות: מה לעשות? וו איך לעשות? לקבוע קשרים סיבתיים ולבצע מסקנות על סמך הויזואליזציה והנition הסטטיסטי.

"תכן שלא רחוק היום שבו תגיע ההבנה ש כדי להתפתח כארה ייעיל באחת מהמדינות הגדולות והמורכבות החדשנות המפתחות יום יש צורך גם לדעת לחשב, לחשב בממוצעים, מקרים ומינימוםים, כפי שנדרש ביום לדעת לקרוא ולכטוב."

סמלול ס. וילקס, ציטוט מנואם הנשי באוגוסט 1951 לאגודה הסטטיסטית האמריקאית –

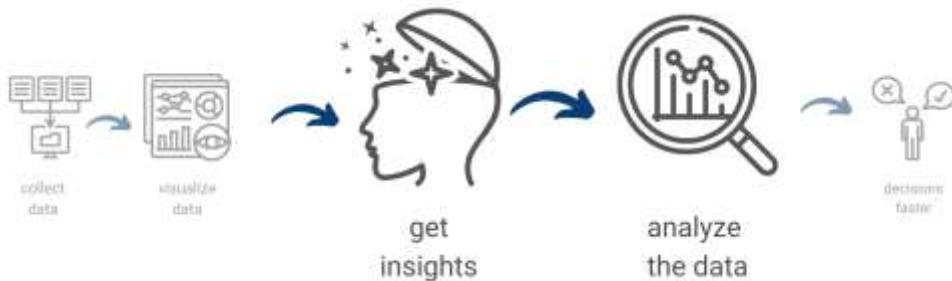
בהתאם לדוח שפורסם על ידי ממשלה בריטניה "אנגליטיקה של נתונים ובינה מלאכותית בישום פרויקטים ממשלתיים" (83) [2024], יישום אנגליטיקה של נתונים ובינה מלאכותית (בינה מלאכותית) מאפשר לשפר באופן משמעותי את תהליכי ניהול הפרויקט, תוך שיפור דיקוק התוצאות של לוחות זמנים ועליות, וכן הפחחת סיכון ואי-ודאות. בכך מודגש כי ארגונים ממשלתיים משתמשים בכלים אנגליטיים מתקדמים מושגים ביצועים גבוהים יותר בהשגת יוזמות תשתיות.

עסק הבנייה המודרני, הפועל בתנאי תחרות גבוהה ורוווחות נמוכה במסגרת המהפכה התעשייתית הרביעית, ניתן להשוות, לפעולות צבאיות. כאן ההישרדות וההצלחה של החברה תלויות במהירות הישגת המשאבים ומידע אינטימי – כלומר (7.17) איור) בקבלת החלטות בזמן ובצורה מבוססת.

אם אנלייז נתונים היא "מודיעין" המספק סקירה, או אנלייטה של נתונים היא "תחמושת" הנדרשת לפעולה. היא עונה על השאלה: מה לעשות? וויך לעשות זאת? ומבנה את הבסיס להשגת יתרונות תחרותיים בשוק.

אנגליטיקה הופכת נתונים מפוזרים למידע מובנה ומשמעותי, שעלה בסיסו מתקובלות החלטות

המשמעות של אנלייטיקאים ומנהלים היא לא רק לפרש מידע, אלא להציג החלטות מבוססות, לחושף מגמות, לקבוע קשרים בין סוגים שונים ולמיין אותם בהתאם למטרות ולמאפייני הפרויקט. באמצעות כלים של ויזואליזציה ושיטות של ניתוח סטטיסטי, הם הופכים את הנתונים לנכס אסטרטגי של החברה.



בסיום של דבר, אנו לוחות נתונים הופכת את המידע שנאנפ' למקור לקבלת החלטות 7.17 איור.

כדי לקבל החלטות מבוססות באמצעות בתהליכי האנליטיקה, יש למלוד לנוכח נוכן את השאלות המופנות לנתונים. איזות השאלות הללו משפיעה ישירות על עומק התובנות המתיקלות וכן גם על איזות ההחלטה הניהוליות.

העבר קיים רק במידה שהוא נכון בנסיבות של היום. ומה שהרישומות הללו מיצנות נקבע על ידי השאלות שאנו שואלים. אין היסטוריה אחרת מלבד זו [134].

ג'ון ארצ'יבאלד וילד, פיזיקאי 1982 –

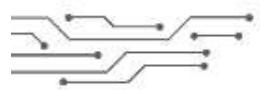
האמנה של לשאלות עמוקות ולהשוו באופן ביקורתי היא מיומנות חשובה בעבודה עם נתונים. רוב האנשים נוטים לשאול שאלות פשוטות, שטניות, שהתשיבות עליהם אין דורשות ממזרים משמעותיים. עם זאת, אנו זה אמיהת מתילה בשאלות משמעותיות ומהשווות, המסוגלות לחשב קשרים נסתרים ותלות סיביתת במידע, שעשוים להסתתר מאחרי מספר שכבות של טיעונים.

(BCG, 2017), "בהתאם למחקר "טרנספורמציה מונחית נתונים: האצה בקנה מידה כבר עכשו" טרנספורמציה דיגיטלית מוצלחת דורשת השקעותVICLות אנליטיות, תוכניות ניהול שינוי והתאמת מטרות חברת שמבייאת תרבויות מונחית נתונים צריכה להشكיעVICLות שימוש נתונים. IT עסקיות עם יזומות אנליטיים ולהשיק תוכניות ניהול שינוי כדי להנחיל חשיבה, התנהגות ודרך עבודה חדשה.

לא השקעות בפיתוח תרבויות אנליטית, שיפור כלים לעבודה עם נתונים והכשרה מומחים, חברות בעית מסתכניםות בקבלת החלטות על בסיס מידע מושן או לא שלם - או בהסתמכות על דעות סובייקטיביות של מנהלי HiPPO -

הכרה בחשיבות ובצורך עדכון מתמיד של אנליטיקה ולוחות מידע מובייל את הנהלה להבנה של חשיבות אוטומציה של תהליכי אנליטיקה. אוטומציה מעלה את מהירות קבלת החלטות, מפחיתה את השפעת הגורם האנושי ומבטיח את עדכניות הנתונים. בתנאים של צמיחה אקספוננציאלית של כמותות מידע, המהירות הופכת לא רק ליתרון תחרותי, אלא גם גורם מפתח להצלחה מתמשכת.

הנתונים נשלים ממקורות שונים, מומרכזים ETL (Extract, Transform, Load). בהתאם לדרישות הנדרשות ומוגלים למערכות יעד לשימוש נוסף.



פרק 7.2. ETL זרימת נתונים ללא מאמצים ידניים: מדריך נדרש

הפחחת עלויות והאצת העבודה עם נתונים: ETL אוטומציה של

משמעותם לאירועים, לדוגמה עליה בנסיבות המתו, הגדלת הוצאות, הנהלה של חברות (KPI) כאשר מודיעו ביצוע מרכזים מפטיים לגודל, מושגים ארכיטקטורת נתונים כדי לעודד חדשנות - היום ומהר מושגים ארכיטקטורת נתונים זורמות מקובלות יתרון שימושי, מכיוון שהן יכולות לנתח מידע בזמן אמת. טכנולוגיות זורמות מאפשרות להגדיל הodata בזמן אמת ולישם תחזוקה חייזי במפעלים בזמן אמת.

"בהתאם למחקר של מקינזי" אין לבנות ארכיטקטורת נתונים כדי לעודד חדשנות - היום ומהר מושגים ארכיטקטורת נתונים זורמות מקובלות יתרון שימושי, מכיוון שהן יכולות לנתח מידע בזמן אמת. טכנולוגיות זורמות מאפשרות להגדיל הodata בזמן אמת ולישם תחזוקה חייזי במפעלים בזמן אמת.

פתרונות התהlik הוא אוטומציה שבה פונקציית מסורתית של ניהול ידני מוחלפת באлогרithמים ובמערכות

השאלה של אוטומציה, או יותר דיקט, "מי עוזר לתפקיד האדם בעיבוד נתונים", היא תהlik בלתי הפיך ורגע אחד לכל חברה. מומחים בכל תחום מקצועיע לעתים קרובות לא מעוזים לחפש להשיטות והניסיונות של עבודה עמיתיהם, מודעים לסייעון לעבוד בסביבה טכנולוגית מתפתחת במהירות.

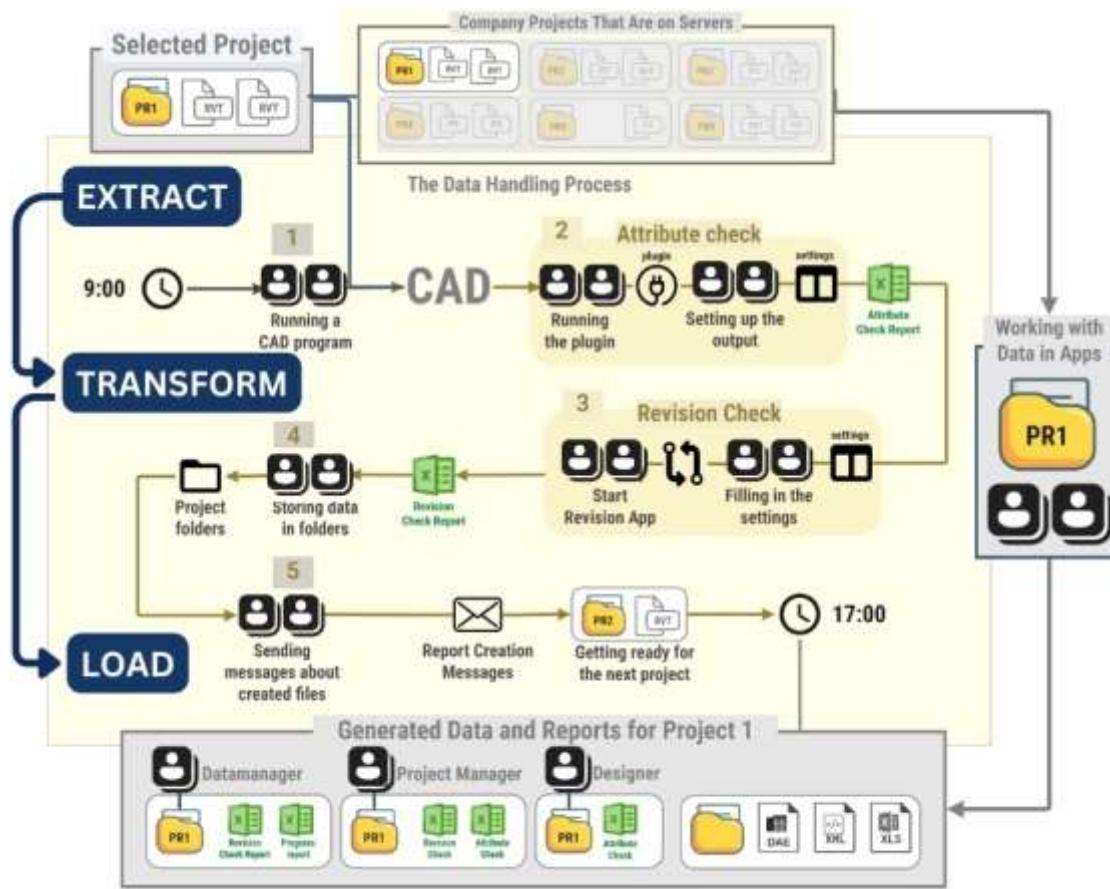
אם אתה רוצה לרכוש אויבים, נסה לשנות משהו.

- וודרו וילסון, נואם בכנס סוחרים, דטרויט, 1916.

למרות היתרונות הברורים של אוטומציה, עדין קיימת בשגרה של חברות רבות רמה גבוהה של עבודה ידנית, במיויחד בתחום העבודה עם נתונים הנדרשה. כדי להציג בצורה ברורה את המצב הנוכחי, נבחן דוגמה טיפוסית של עיבוד נתונים רציף במסגרת תהליכי כאלה.

העיבוד CAD סדר העבודה הידני עם נתונים נתון להמחייש באמצעות אינטראקציה עם המידע המתתקבל ממיסדי נתונים לייצור טבלאות מאפיינים או לצירת תיעוד על (BIM) CAD (ידני ETL) המשורתי של נתונים - בסיס נתונים פרויקט מתבצע בסדר הבא:

1. - CAD (BIM) המשמש פותח ידנית את הפרויקט - על ידי הפעלת יישום: (Extract) חילוץ ידני
2. אימות: בשלב הבא בדרך כלל מופעלים ידנית מספר תוספים או יישומים עזר, המיועדים להכנה נתונים והערכת איכותם.
3. לאחר ההכנה מתחילה העבודה הנתונים, שדורש ניהול ידני של כלים תוכנתיים שונים: (Transform) המרה ידנית - שבhem הנתונים מוכנים ליצוא
4. - יצוא ידני של הנתונים המומרצים למערכות חיצונית, פורמטים של נתונים ודוקומנטים: (Load) יצוא ידני



ядני מסורתי מוגבל לרצונות וליכולות הפיזיות של טכנאי בודד ETL תהליכי.

בניגוד לתעשיות אחרות, שבהן (ETL) קליסי - חילוץ, המרה וטעינה ETL תהליכי כזה הוא דוגמה לתחילה אוטומטיים הפקו לסטנדרט, בתעשייה הבניה עדין שולטת העבודה הידנית, המאטת את התהליכי ETL צינוריות ומגדילה את העליות.

הוא תהליכי של חילוץ נתונים מקורות שונים, המרתם לפורמט הנדרש וטעינתם למערכת היעד לצורך ניתוח ושימוש נוסף.

-**הוא תהליכי המציג שלושה מרכיבים מרכזיים בעיבוד נתונים: חילוץ, המרה וטעינה ETL**-

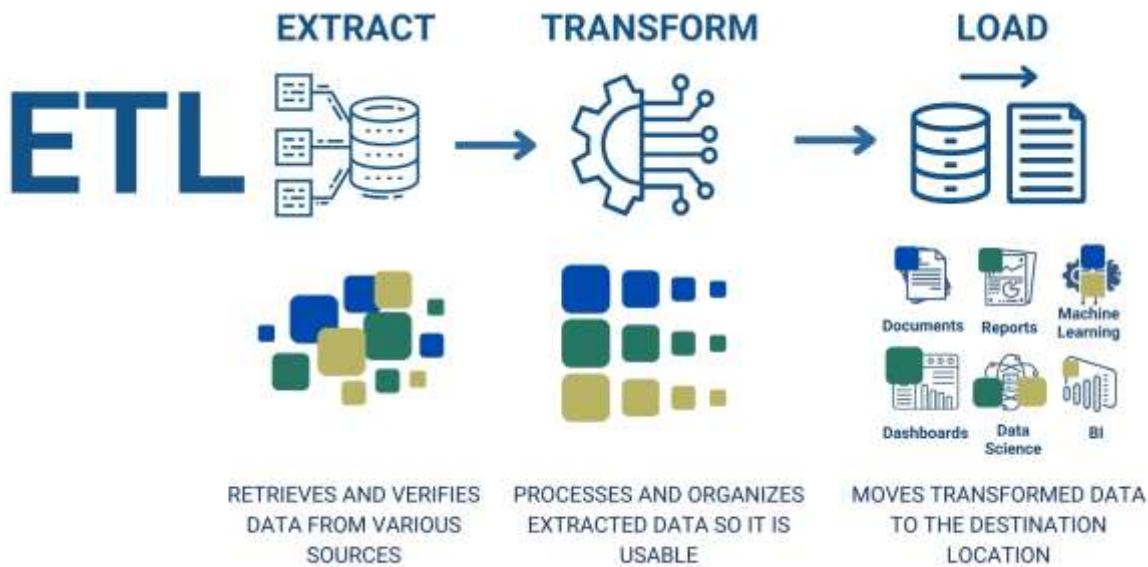
(API, קבצים, מסדי נתונים) חילוץ - חילוץ נתונים מקורות שונים

המרה - ניקוי, ארגזציה, נורמליזציה ועיבוד לוגי של נתונים

טעינה - טעינת מידע מבנה לאחסון נתונים, דוח או מערכת BI.

הוזכר רק באופן אקדמי: בהמרת מסמך סרוק לא מובנה, בהקשר ETL קודם לכן בספר, המושג את התפיסה של תהליכי חיים ועסקים, וכן במסגרת systematicate פורמליזציה של דרישות, המאפשרת למס-

בפירוש רב יותר בהקשר של תהליכי ETL כתה נבחן את CAD אוטומציה של בדיקת נתונים ועיבוד נתונים מפתרונות. -**עובדת טיפוסים**



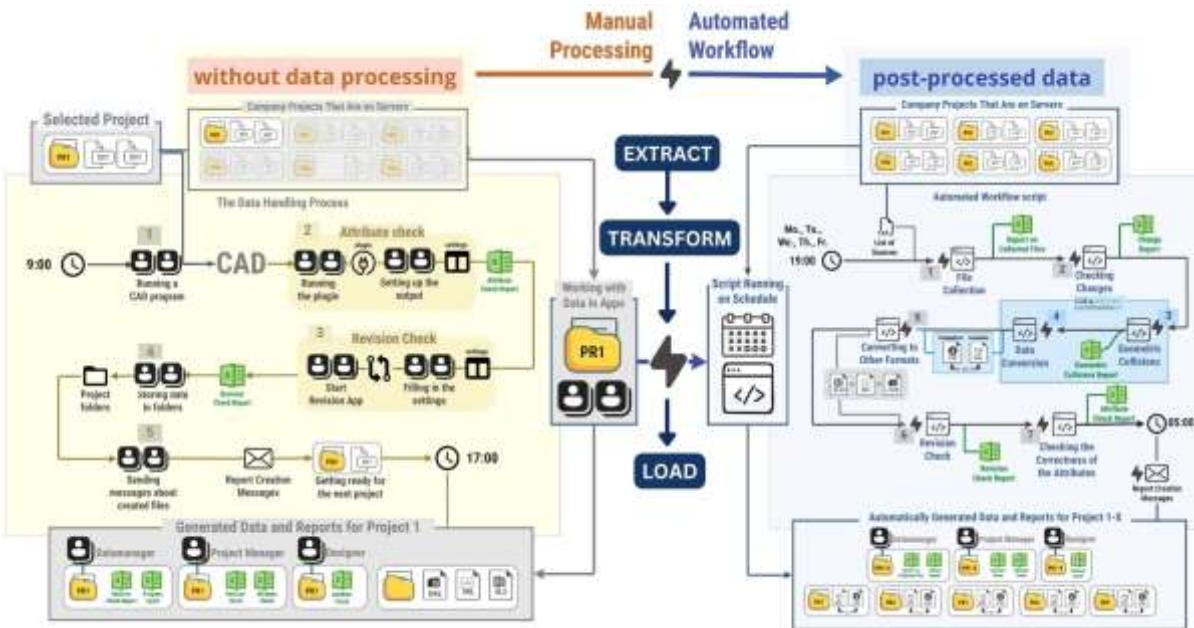
אוטומטית משפרת את המשימות החזויות של עיבוד נתונים ETL.

ידני או חצי אוטומטי דרוש נוכחות של מנהל או טכני, המנהל את כל השלבים ידנית - מאיסוף הנתונים ועד ETL תהליך יצירה הדוחות. תהליך כזה לוקח זמן משמעותי, במיוחד בתנאים של יום עבודה מוגבל (למשל, מ-09:00 עד 17:00).

לעתים קרובות חברות שואפות לפטור את בעיית היעילות הנמוכה והמהירות הנמוכה על ידי רכישת פתרונות מודולריים אשר לאחר מכן משודרגים על ידי ספקים חיצוניים ווועצים. אך ספקים (ועוד ספקים, CPM, CAFM, PMIS, ERP) מושלבים אלה ומפתחים חיצוניים לעתים קרובות הופכים לנקודת תלות קריטית: המגבליות הטכניות שלהם משפיעות ישירות על הביצועים של כל המערכת ושל העסק כולו, כפי שתואר בפרק הנקודים על מערכות ופורמטים קניים. על הביעות שנוצרות מהபיצול ומהתלות, דיברנו בפרק "איך עסק הבניה שוקע בכאוס של נתונים".

אם החברה אינה מוכנה ליישום פלטפורמה מודולרית גדולה אחד הספקים, היא מתחילה לחפש דרכים, פותחים מודולריים, שבהם כל שלב (חולוץ ETL) חולפיות לאוטומציה. אחת מהן היא פיתוח צינורות המרה, אימות, טעינה (מתבצע בצורה של סקריפטים המבוצעים לפי לוח זמנים.

(איור 7.21) (תהליך העבודה נראה כמו קוד מודולרי, שמתחליל בעיבוד נתונים ETL בגרסה האוטומטית של אותו תהליך והמרתם לצורת מבנה פתוחה. לאחר קבלת הנתונים המובנים, מופעלים אוטומטית, לפי לוח זמנים, תרחישים שונים או --מודולים לבזוק שינויים, להמיר ולשלוח הודעות) (איור 7.23)



איור 7.23 ממשאל עיבוד יידי, מימין - תהליך אוטומטי, אשר בוגר לעיבוד הידני המסורה, אינו מוגבל ביכולות המשתמש.

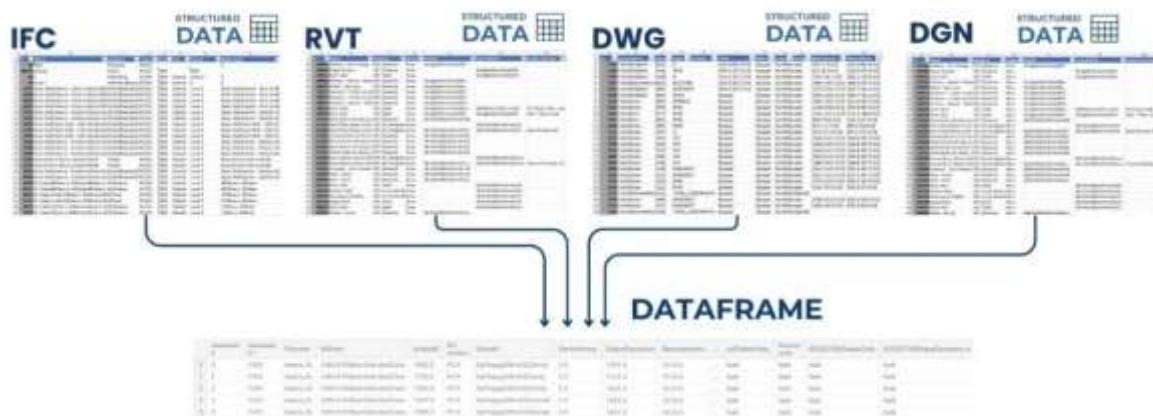
מבנה ואחיזות: ET(L) בתחילת העבודה האוטומטי, עיבוד הנתונים מתאפשר הודות לעיבוד מקדים של נתונים.

בשיטת עיבוד מסורתית, המומחים עובדים עם הנתונים "כפי שהם" - בצורה שבה הם נמשכים ממיצאות ETL או תוכנה. בהתהליכים אוטומטיים, לעומת זאת, הנתונים בעליים קרובות עוברים קודם כל דרך צינור שבו הם מובאים לבנייה ולפורמט אחידים, המתאימים לשימוש ולניתוח נוסף.

המדגימה את תהליך בדיקת טבלאות הנתונים, המתואר בפרק "בדיקות נתונים ותוצאות ETL" נבחן דוגמה מעשית של לתחליני ניתוח ועיבוד נתונים LLM בשילוב עם Pandas (להלן נקרא הבדיקה) "איור 4.413". (שם כך נשתמש בספרייה -
אוטומטיים

איסוף נתונים

מתחליל בכתיבת קוד לאיסוף מערכי נתונים, המיעדים לבדיקה ועיבוד - (Extract) הילוץ - ETL השלב הראשון בתהליך לאחר מכן. לשם כך נסורך את כל התיקיות בשורת העבודה, נאוסף מסמכים בפורמט ובתוכן מסוימים, ולאחר מכן נמיר אותם לצורת מבנה. תהליך זה נבחן בפרק "המרת נתונים לא מבנים וטקסטואליים לצורת מבנה" ו-"המרת נתונים -- לצורת מבנה" איור 4.112 - איור CAD (BIM) (4.112).



למסגרת נתונים גדולה אחת, שתכלול את כל חלקי הפרויקט CAD (BIM) אייר 7.24 הרמת נתונים.

(אייר 7.24 (נעשה (BIM)-CAD ובקבלת טבלת כל פרויקטי Extract כדוגמה מוחשית, בשלב טעינת הנתונים כדי לקבל טבלאות מבנות מכל IFC-RVT שימוש במימי נתונים עם תמייה בהנדסה הפוכה [לפורמטים 138]-הפרויקטים ולשלב אותן בטבלה גדולה אחת של DataFrame.-



```

1 import os
2 import subprocess
3 import time
4 import pandas as pd
5
6 path_conv = r'C:\DDC_2023\' # Where RvtExporter.exe|IfcExporter.exe is located
7 path = r'C:\IFCprojects\' # Where Revit|IFC files are stored
8
9 def convert_and_wait(path_conv, exporter_name, file_path, extension):
10     # Start the conversion process
11     subprocess.Popen([os.path.join(path_conv, exporter_name),
12                      file_path], cwd=path_conv)
13     output_file = os.path.join(path,
14                               f"{os.path.splitext(os.path.basename(file_path))[0]}_{extension}.xlsx")
15
16 # Conversion process for RVT and IFC files
17 for file in os.listdir(path):
18     full_path = os.path.join(path, file)
19     if file.endswith('.ifc'):
20         convert_and_wait(path_conv, 'IfcExporter.exe', full_path, 'ifc')
21     elif file.endswith('.rvt'):
22         convert_and_wait(path_conv, 'RvtExporter.exe', full_path, 'rvt')
23
24 # Combine converted Excel files into one dataframe
25 df = pd.concat([pd.read_excel(os.path.join(path, f)) for f in os.listdir(path)
26 if f.endswith('.xlsx')], ignore_index=True)

```

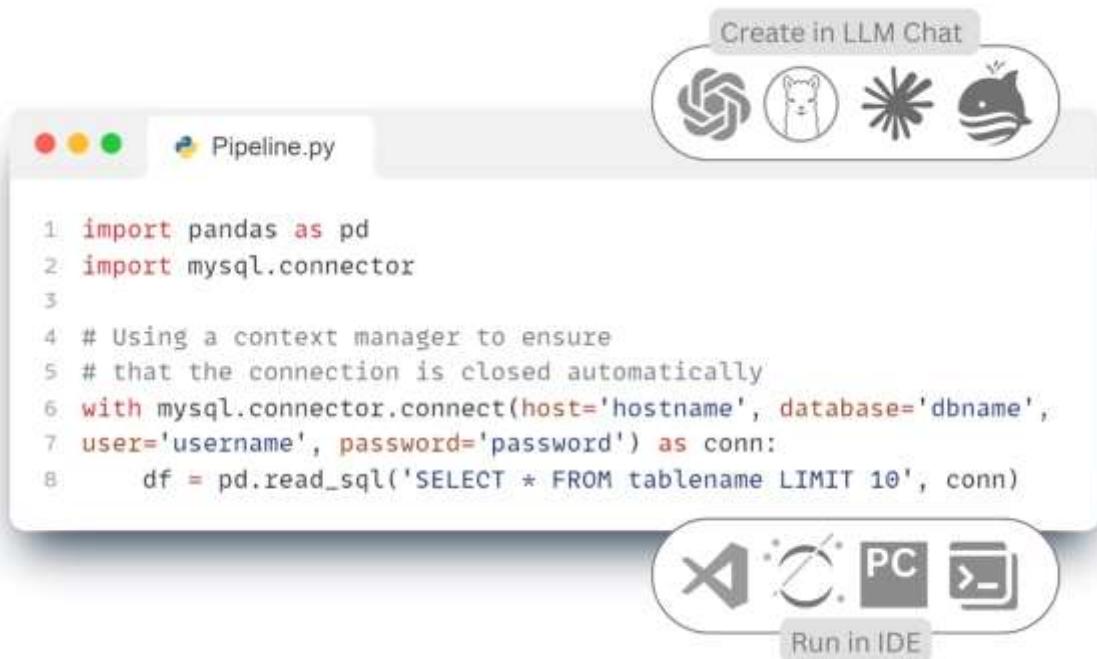


למסגרת נתונים גדולה ומסודרת **RVT-IFC Python-SDK** של כל הגדסה הפוכה לקבצי **RVT** והמרה באמצעות קוד 7.25 אויר (**df**).

JSON קבצי CSV, גיליונות Excel, ממקורות שונים, כולל קבצי טקסט-Pandas DataFrame-ו-ניתן לטעון ווחונים ל-PostgreSQL, SQLite, Microsoft SQL Server, Oracle, Pandas-API, ועוד. בנוסף נתונים מ-DeepSeek, שירותי ענן ומערכות אחסון כמו Google BigQuery, Amazon Redshift-Snowflake.

Q כדי לכתוב קוד להיבור וaisof מידע מסדי נתונים, שלחו בקשה טקסטואלית דומה בז'אט (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN):

↳-זהירות נתונים ל-MySQL-DataFrame בבקשת כתוב דוגמה להיבור ל-

תשובה LLM: 


The screenshot shows a Jupyter Notebook cell titled "Pipeline.py" containing the following Python code:

```

1 import pandas as pd
2 import mysql.connector
3
4 # Using a context manager to ensure
5 # that the connection is closed automatically
6 with mysql.connector.connect(host='hostname', database='dbname',
7 user='username', password='password') as conn:
8     df = pd.read_sql('SELECT * FROM tablename LIMIT 10', conn)

```

Below the code cell are icons for "Create in LLM Chat" and five AI models: a brain, a cat, a sunburst, and a whale. At the bottom are icons for "Run in IDE" (VS Code, PyCharm, PC, Terminal) and a "Run" button.

7.26 MySQL-DataFrame. דוגמה להיבור באמצעות Python למסד נתונים MySQL וויזוא נתונים מ-**Python**.

הפופולריות (סביבות פיתוח משולבות (שדרנו IDE-הריצה באחת מה 7.25, 7.26 איר) הקוד שהתקבל ניתן להריצה באחת מה (7.25, 7.26 איר) – שורה 8 – לאחר שטען נתונים מגוון פורמטים לשנתנה אחת מהמבנה הפופולריים ביותר לעיבוד נתונים, המיצגת טבלה דו- – Pandas DataFrame – הנתונים הניתנים לפורמט Parquet, Apache ETL-Pipelines, Parquet, Apache – כמו גם על מחסני נתונים מודרניים נזכר בהרחבה בפרק "אחסון וניהול נתונים – ORC, JSON, Feather, HDF5, 8.12) – בתשתיית הבנייה – Amazon SageMaker.-

הרטנו את (7.25, 7.26 – שורה 8 – איר – "df" לאחר שטען נתונים מגוון פורמטים לשנתנה אחת מהמבנה הפופולריים ביותר לעיבוד נתונים, המיצגת טבלה דו- – Pandas DataFrame – הנתונים הניתנים לפורמט Parquet, Apache ETL-Pipelines, Parquet, Apache – כמו גם על מחסני נתונים מודרניים נזכר בהרחבה בפרק "אחסון וניהול נתונים – ORC, JSON, Feather, HDF5, 8.12) – בתשתיית הבנייה – Amazon SageMaker.-

מוכן לעיבוד (7.25, 7.26 איר) ומבנה הנתונים, נוצר מערך מידע אחד (Extract) לאחר שלב הוצאת הנתונים נוספים. עם זאת, לפני טיענת נתונים אלה למערכת היעד או השימוש בהם לניטוח, יש לוודא באיכותם, שלמותם והתאמתם שלב מפתח, המבטיח את אמינותו – (Transform) לדרישות שנקבעו. בשלב זה מתבצע תהליך המרת הנתונים – המסקנות וההחלחות של אחר מכון

טרנספורמציה: יישום כללי בדיקה וטרנספורמציה ETL

מתבצע עיבוד והמרת הנתונים. תהליך זה יכול לכלול בדיקת תקינות, גורם ליזציה, מילוי ערכים – Transform-בשלב ה

הסרים ואימות באמצעות כלים אוטומטיים

"מונע נתונים. מה הסטודנטים צריכים כדי להצליח בעולם העסקי המשתנה במהירות" PwC לפי מחקר חברות ביורט מודרניות וברשות מבדיקת דגימות של נתונים לנתחות מידע באמצעות, [9] (2015) כלים אוטומטיים. גישה זו מאפשרת לא רק לזהות אי-התאמות בדיוחים, אלא גם להציג המלצות לאופטימיזיה של תהליכי עס

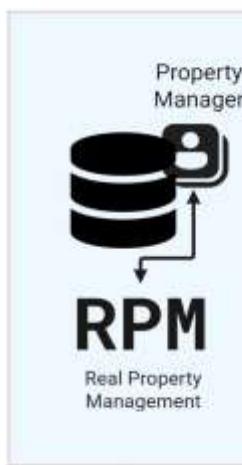
בבנייה ניתן לישם שיטות דומות, למשל, לאיות אוטומטי של נתונים פרויקט, בקרה איכות הבניה והערכת יעלות העבודה של קבלנים. אחד הכלים המאפשרים לאוטומט ולהיאץ את עיבוד הנתונים הוא השימוש בביטויים רגולריים, אפשר לבדוק ביעילות מחרוזות נתונים RegEx (Transform) בשלב המרת הנתונים (RegEx) (דנו בפרק 4.47 RegEx לזהות אי-התאמות ולהבטיח את שלמות המידע עם מינימום משאבים. פרטם נוספים על -. תרגום דרישות לצורת מבנה

מנהל קובע דרישות עבור מאפיינים מרכזיים של נכסים (AIOR) נבחן דוגמה מעשית: במערכת ניהול נכסים נדל"ן - בשלב ההמרה יש לבצע אימות של הפרמטרים הבאים.

(ID) מאפיין) בדיקת פורמטים של זהוי נכסים ■■■■■

בקרה ערכי תקופת האחריות להחלפה (מאפיין "תקופת אחריות") ■■■■■

בדיקות מחזור החלפת רכיבים (מאפיין "דרישות שירות") ■■■■■



Property Manager: Long-term Management				
ID	Element	Warranty Period	Replacement Cycle	Maintenance Requirements
W-NEW	Window	-	20 years	Annual Inspection
W-OLD1	Window	5 years	15 years	Biannual Inspection
W-OLD2	Window	5 years	15 years	Biannual Inspection
D-122	Door	15 years	25 years	Biennial Varnishing

איור 7.27 בדיקת איכות מתחילה בהגדרת דרישות למאפיינים ולערכים האנגולים שליהם

יכולים "ID" כדי לקבוע ערכים גבוליים לבדיקה של הפרמטרים, נניח מניסיונו כי הערכים המותרים עבור המאפיין אוערכים דומים, כאשר התו הראשון הוא אותן "D-122" או "W-NEW", "W-OLD1" או "D-122". לדוגמה מוף ולאחר מכן שלושה תווים אלפביתיים או כל מספר בן שלוש ספרות (איור 7.27). (לצורך 'NEW', 'OLD' ו-'Door') אלו מזהים אליות מזהים אלו ניתן להשתמש בביטוי רגולרי -הבא (RegEx)

$^W-NEW|^W-OLD|^D-1[0-9]{2}|^D-1[0-9]{2}+\$|$

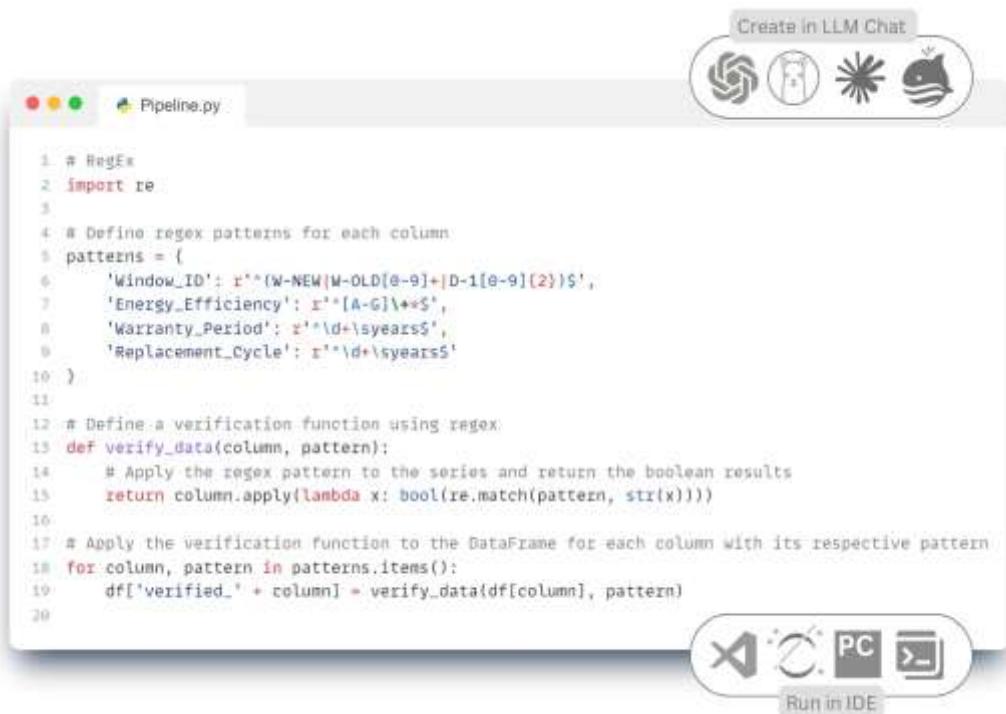
מבנה זו מאפשרת לוודא שכל המזהים נתונים עומדים בקריטריון שנקבעו. אם ערך כלשהו לא עבר את הבדיקה

להמרת נתונים ולהשתמש בתנונם המתקבלים ליצירת טבלת תוצאות Python המערכת רושמת שגיאה. כדי ליצור קוד LLM פשוט ונסה בקשה בז'אט.

7.28 LLM-הבקשה הטקסטואלית ב

באמצעות ביטויים רגולריים, הבזקים מזהים DataFrame כתוב קוד לבזוק את העמודות של תקופת 'G' עד 'A'-יעילות ארגנטית עם אותיות מ דרך 'W-OLD' או 'W-NEW' בפורמט ↪ אחריות ומחרור החלפה עם ערכיהם מספריים בשניים

7.28 LLM-השובה



```

1 # RegEx
2 import re
3
4 # Define regex patterns for each column
5 patterns = {
6     'Window_ID': r'^((W-NEW|W-OLD)\d{2})+\d{1}\d{2}(\d{2})$',
7     'Energy_Efficiency': r'^[A-G]\*\*\$',
8     'Warranty_Period': r'^\d+\*years\$',
9     'Replacement_Cycle': r'^\d+\*years\$'
10 }
11
12 # Define a verification function using regex
13 def verify_data(column, pattern):
14     # Apply the regex pattern to the series and return the boolean results
15     return column.apply(lambda x: bool(re.match(pattern, str(x))))
16
17 # Apply the verification function to the DataFrame for each column with its respective pattern
18 for column, pattern in patterns.items():
19     df[f'verified_{column}'] = verify_data(df[column], pattern)
20

```

על עמודות הפרמטרים של RegEx אוור 7.28 קוד לאוטומציה של תהליכי הבדיקה באמצעות יישום תבניות DataFrame.

כדי להציג RegEx (בביטויים רגולריים "re") אוור 7.28 (משתמש בספרייה Python-הקוד שנוצר אוטומטית בעבור כל עמודה (מאפיין) שמצוינה, הפונקציה מיישמת את התבנית DataFrame-פונקציה, הבזקת כל מאפיין של נתון ב כדי לבדוק את ההתאמה של כל רשותה לפורט הצפי ומוסיפה את התוצאות בצורה של ערכים חדשים RegEx (False/True)-לעמודת מאפיין חדשה ב DataFrame.-

בדיקות אוטומטיות כזו מבטיחה התאמת פורמלית של הנתונים לדרישות שנקבעו ויכולת לשמש כחלק מערכת בקרת איכות בשלב ההמרה.

ובדיקת האיכות, הנתונים מוכנים לטעינה במערכות היעד. הנתונים שהומרו **Transform**-לאחר ביצוע מוצלח של שלב **Load**, מסדי נתונים ופורמטים נוספים לשימוש עתידי, CSV, JSON, Excel ובדקו יכולם להיות מוצאים בפורמטים כמו. בנוסף, בהתאם למשימה, התוצאות יכולות להיות מוצגות בדווחות, גרפים או דשboradim אנלייטים.

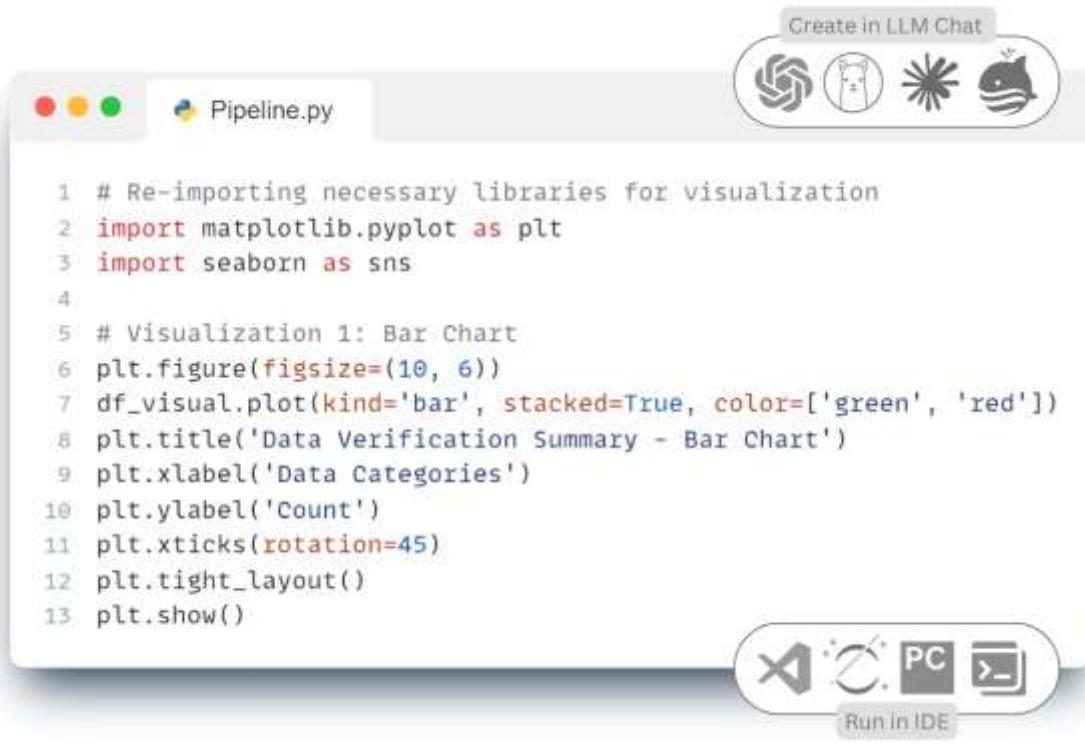
ויזואליזציה של התוצאות بصورة של דיאגרמות וגרפים: ETL טעינה

שבו ניתן, **Load** - כאשר הנתונים הובאו לצורת מבנה ונבדקו, מגיע השלב הסופי, **Transform**-לאחר סיום שלב הטעון את הנתונים במערכת היעד או להציג לנתח. הייצוג הויזואלי של הנתונים מאפשר לזהות במהירות חרגונות. לנתח הפקות ולהעביר את המסקנות המרכזיות לכל המשתתפים בפרויקט, כולל אלו שאינם בעלי הכשרה טכנית (dashboards). במקום להציג מידע בטבלאות ובמספרים, אנו יכולים להשתמש באינפוגרפיקה, גרפים ולוחות מחוונים Matplotlib. הוא הספרייה Python אחד הכלים הנפוצים והגמישים ביותר לויזואליזציה של נתונים מובנים בשפת Matplotlib. היא מאפשרת ליצור גרפים סטטיים, מונפשים או אינטראקטיביים, ותומכת במגוון רחב של סוגי דיאגרמות –

- ניתן להשתמש בשאילתה הבאה למודול **RPM** כדי להציג את תוצאות בדיקת האטריבוטים מערכות השפה:

שהזכרו לעיל, עם היסטограмה לתוצאות, כדי DataFrame כתוב קוד לויזואליזציה של נתונים להציג את תדרות השגיאות באטריבוטים

❷: של תוצאות ביצוע הקוד LLM בקוד ובייזואליזציה מוכנה ישירות בצד LLM תשובה



```

1 # Re-importing necessary libraries for visualization
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import seaborn as sns
4
5 # Visualization 1: Bar Chart
6 plt.figure(figsize=(10, 6))
7 df_visual.plot(kind='bar', stacked=True, color=['green', 'red'])
8 plt.title('Data Verification Summary - Bar Chart')
9 plt.xlabel('Data Categories')
10 plt.ylabel('Count')
11 plt.xticks(rotation=45)
12 plt.tight_layout()
13 plt.show()

```



Run in IDE



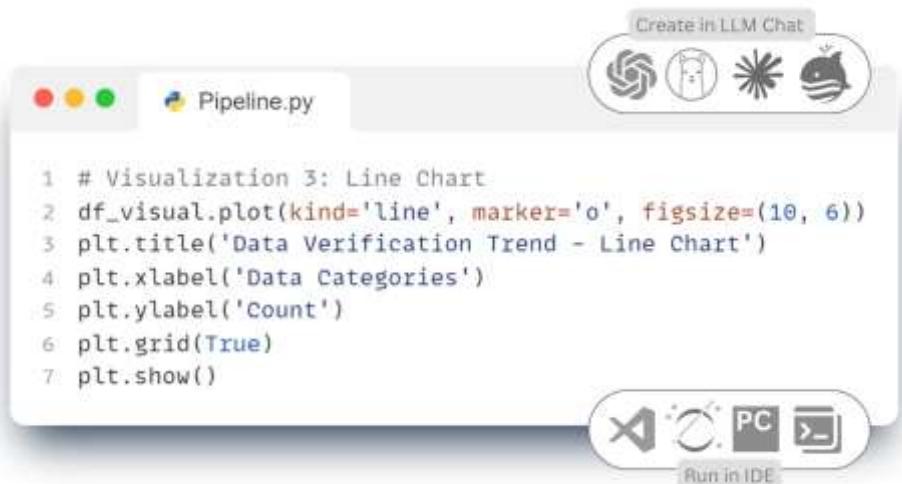
-RPM-Transform-Load. -בהיסטוגרמה בשלב ה **RPM** בבדיקה ערכי האטריבוטים ממערכת **Transform**-ויזואליזציה של תוצאות שלב ה

❸: ישן רבות ספירות וייזואליזציה פתוחות וחינמיות המאפשרות להציג נתונים מובנים במגוון פורמטים

נמשיך בויזואלייזציה של התוצאות בסוג גרפף אחר בשאלתא הבאה בז'אט:

הציג את אותם נתונים בגרף קווי.

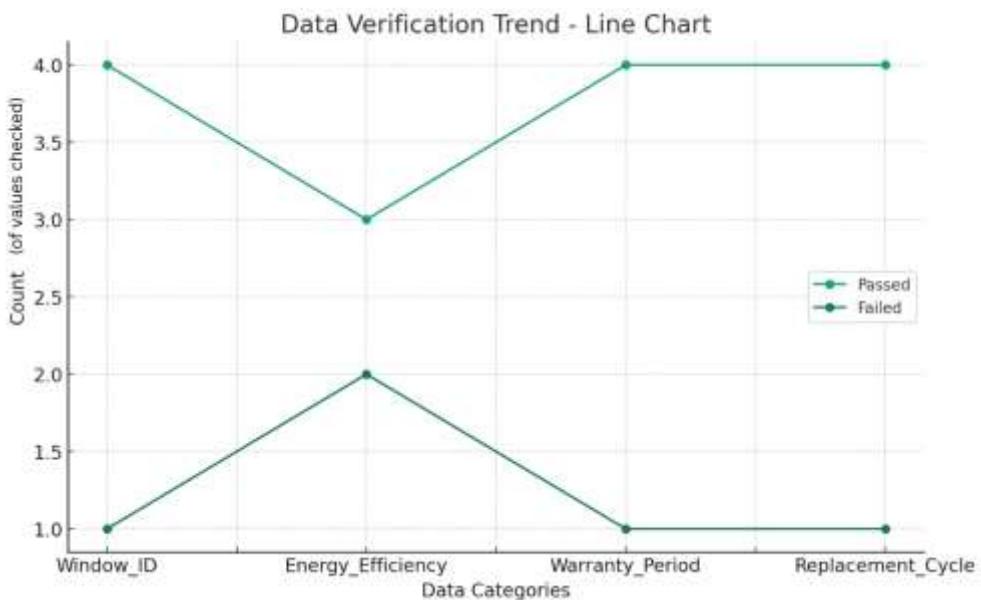
LLM:  תשובה



```

1 # Visualization 3: Line Chart
2 df_visual.plot(kind='line', marker='o', figsize=(10, 6))
3 plt.title('Data Verification Trend - Line Chart')
4 plt.xlabel('Data Categories')
5 plt.ylabel('Count')
6 plt.grid(True)
7 plt.show()

```



Matplotlib.- ויזואלייזציה של נתוני הבדיקה בגרף קווי, שהושגה באמצעות ספרייה

ישנן רבות ספריות ויזואלייזציה פתוחות וחינמיות, כגון

- Seaborn  גרפים סטטיסטיים

- עבר ויזואלייזציה אינטראקטיבית באינטרנט - Plotly ■

■ עבר ויזואלייזציהDKL-רטיבית - Altair ■

■ ליצירת דשborדים שלמים - Dash או Streamlit ■

אפשרויות לבניית אוטומטית LLM עם זאת, ידע בספריות ספציפיות לויזואלייזציה אינו הכרחי - כלים מודרניים, כולל קוד לבניית גרפים ואפליקציות שלמות, בהתבסס על תיאור המשימה

קוד הבירה בכליה תלויה במשימות הפרויקט: בין אם מדובר בדו"ח, מצגת או לוח בקרה מסוון. לדוגמה, הספרייה Seaborn, עם קוד פתוח, מצוינת לעובדה עם נתונים קטגוריאליים, וועורת להות הבניות ומוגמות.

לשימוש ישירות בספריה LLM-בפועל, אתה יכול לבקש מ Seaborn כדי לראות את הספרייה LLM הנדרשת או לשולח שאלתא טקסטואלית דומה בהמשך העבודה עם

הציג מהה עבר התוצאות ■

ואת הגרפ ניתן, IDE-בצורה של קוד וגרף מוכן, כאשר ניתן להעתיק את הקוד לבנייתו ל LLM תשובה להעתיק או לשמר לצורך הוספה למסמך ■



The screenshot shows a window titled "Pipeline.py". Inside, there's a code editor with the following Python script:

```

1 # Visualization 2: Heatmap
2 plt.figure(figsize=(8, 4))
3 sns.heatmap(df_visual, annot=True, cmap='viridis')
4 plt.title('Data Verification Summary - Heatmap')
5 plt.xlabel('Verification Status')
6 plt.ylabel('Data Categories')
7 plt.show()

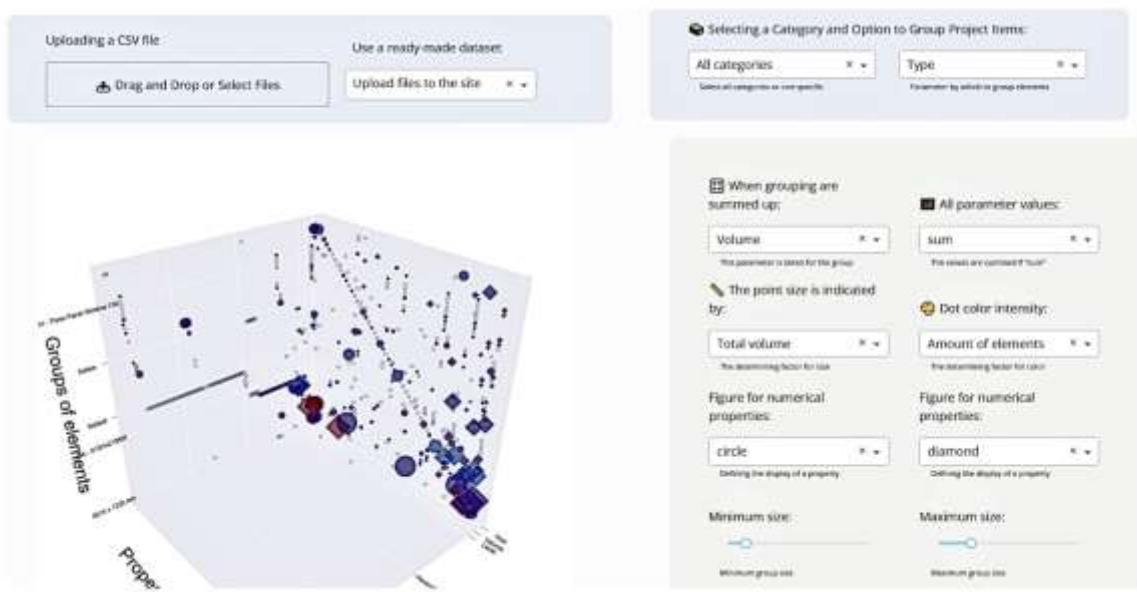
```

At the top right, there are icons for "Create in LLM Chat" and a row of four icons representing different AI models or functions. At the bottom right, there's a "Run in IDE" button with icons for VS Code, Jupyter Notebook, PC, and a terminal.



באמצעות ספרייה (7.28 יורו) ויוזאליזציה של תוצאות בדיקת הנתונים 7.211 יורו Seaborn.-

מעבר מ שמעודי גישה אינטראקטיבית, קיימים כלים המאפשרים ליצור דיאגרמות ודשبورדים דינמיים עם אפשרות מצעה אפשרות ליצור דיאגרמות ודשبورדים (7.212 ייר, 7.16 ייר) Plotly אינטראקטיבית. ספרייה -- אינטראקטיביים מאוד, שנחנן לשלב בדף אינטרנט ולספק למשתמש אפשרות אינטראקטיבית עם הנתונים בזמן אמיתי



Plotly. במאזעוטה ספרית (BIM-) CAD- ויזואלייזציה אינטראקטיבית תלת-ממדית של התוכנות רכיבים מפרויקט 7.212 אירר

אפשרות דרך נוחה להציג נתונים, מוביל לדרוש ידע עמוק Bokeh, Dash או Streamlit ספריות פתוחות מתמחות כמו שימושה לבניית דשبورדים אנגליטיים Dash, מתאימה לדיאגרמות אינטראקטיביות מורכבות Bokeh. בפיתוח אתרים מאפשרת ליצור במהירות אפליקציות אינטרנט לניטוח נתונים Streamlit-מלאים.

בזכות כלים כאלה לויואלייזציה, מפתחים ואנליסטים יכולים להפיצו ביעילות את התוצאות בין עמיתים ובעלי עניין, תוך כדי הבטחת אינטראקטיבית עם הנזונים ופתרונות תחילדי קבלת החלטות.

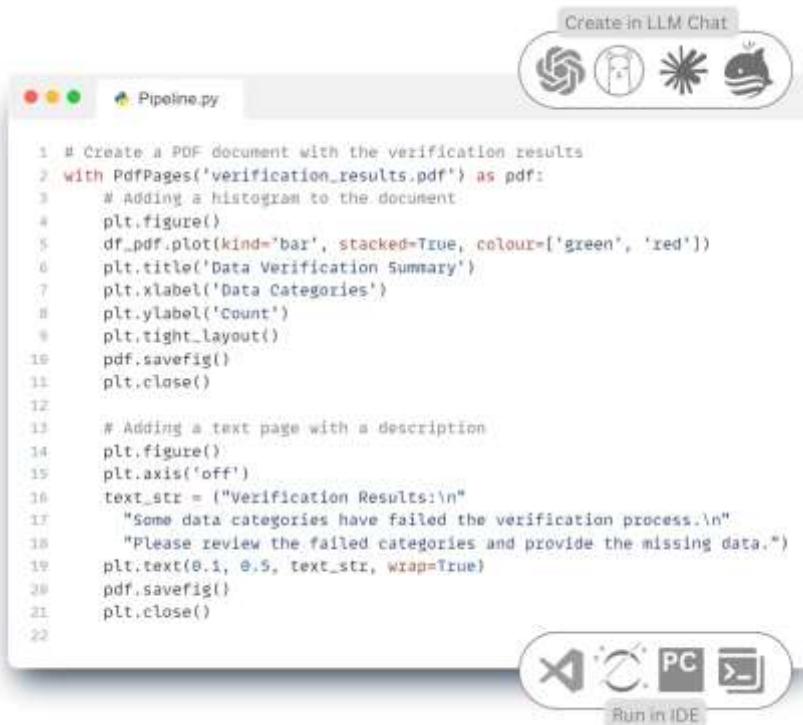
יצירה אוטומטית של מסמכי ETL טעינה

בשלב הטעינה ניתן לא רק לויזואליזציה של הנתונים, ליציא אוחם לטבלאות או למסדי נתונים, אלא גם ליצור אוטומטיה דוחות, הכוללים את הגրפים, הדיאגרמות והמודדים האנליטיים המרכזים שצורך לקבל המנהל או המומחה המתAIN לתוצאות הבדיקה. דוחות אוטומטיים יכולים לכלול גם הערות ופרשנות טקסטואלית של הנתונים, כמו גם אלמנטים ויזואליים ברורים – טבלאות, גרפים

7.29 **ותיקור הניתוח על תוצאות הבדיקה שביצעו בפרקם** PDF כדי ליצור דוח -**לדוגמה, LLM הקודמים, מספיק לנסה בקשה בהמשך השicha עם**

עם היסטограмה ותיאור תוצאות בדיקת הנתונים שהתקבלו למעלה PDF כתוב קוד לצירף קובץ (בשיטה, וכותב אזהרה בטקסט על כך שכמה קטגוריות לא עברו את הבדיקה ושהוצרך למלא את ↵ הנתונים החסרים

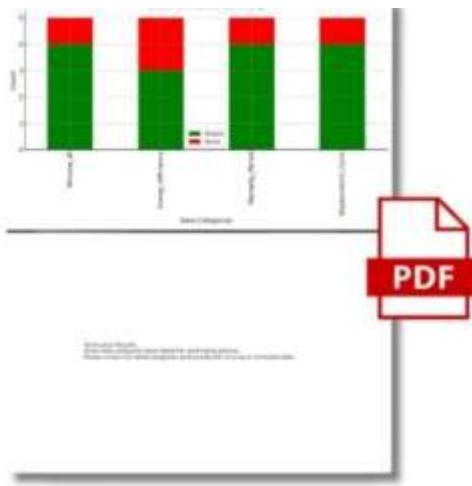
8 **מוכן עם התוצאות PDF בצורה של קוד וקובץ LLM תשובה**



```

1 # Create a PDF document with the verification results
2 with PdfPages('verification_results.pdf') as pdf:
3     # Adding a histogram to the document
4     plt.figure()
5     df.pdf.plot(kind='bar', stacked=True, colour=['green', 'red'])
6     plt.title('Data Verification Summary')
7     plt.xlabel('Data Categories')
8     plt.ylabel('Count')
9     plt.tight_layout()
10    pdf.savefig()
11    plt.close()
12
13    # Adding a text page with a description
14    plt.figure()
15    plt.axis('off')
16    text_str = ("Verification Results:\n"
17                "Some data categories have failed the verification process.\n"
18                "Please review the failed categories and provide the missing data.")
19    plt.text(0.1, 0.5, text_str, wrap=True)
20    pdf.savefig()
21    plt.close()
22

```



המכיל היסטוגרמה עם נתוני בדיקה וטקסט עם תוצאות הבדיקה, PDF קוד אוטומטי יוצר מסמך 7.213 אוור.

הנדרש (DOC או) PDF-יוצר מיד את קובץ ה LLM פתרון שנכתב אוטומטית, המורכב מ-20 שורות קוד באמצעות המראה את כמות הנתונים שעברו ולא עברו את (7.213 אוור) עם ויזואלייזציה בצורה של היסטוגרמה של תכונות הבדיקה, כמו גם הוספה בлок טקסט עם תיאור קצר של התוצאות והמלצות לפעולות נוספות. הבדיקה, מסמכים אוטומטיים היא מרכיב מרכזי בשלב הטיענה, במיוחד בתחום פעילות פרויקטים, שבהם מהירות הכתנה יצירה מסמכים אוטומטיים היא מרכיב מרכזי בשלב הטיענה, במיוחד בתחום פעילות פרויקטים, שבהם מהירות הכתנה הדוח וDOIווקו הם קריטיים.

FPDF יצירה אוטומטית של מסמכים עם טעינת ETL

היא שלב חשוב בעיבוד נתונים, במיוחד כאשר התוצאות של הניהוה צリכות ETL Load אוטומציה של דיווחים בשלב להיות מוגנות בפורמט נוח להעברה ולהבנה. בענף הבנייה, זה לעיתים קרובות רלוונטי לדיווחים על התקדמות העבודה. סטטיסטיות של נתונים פרויקטים, דיווחים על בדיקות איכות או מסמכים פיננסיים.

הזינה גם לפיתון וגם לפ.אץ'פי, FPDF, אחד הכלים הנוחים ביותר למשימות כאלה הוא הספרייה עם הקוד פתוח.

ספקת דרך גמישה לייצרת מסמכים באמצעות קוד, ומאפשרת הוספה כותרות FPDF הספרייה הפתוחה טקסט, טבלאות ודימויים. השימוש בקוד במקום עריכה ידנית מפחית את מספר השגיאות ומאנץ את תהליך הכתנת הדוחות בפורמט PDF.

הוא הוספה כותרות וטקסט עיקרי בצורה של הערות או תיאורים. עם PDF אחד מהשלבים המרכזיים ביצירת מסמך זאת, כאשר מכינים דוח, חשוב לא רק להוסיף טקסט, אלא גם לבנו בצורה נכונה. כותרות, רווחים, מרוחחים בין השורות ניתן לקבוע פרמטרי עיצוב, לנحال את מקום האלמנטים, FPDF כל אלה משפיעים על קריאות המסמך. באמצעות ולחתאים את סגנון המסמך.

כדי FPDF-יכולים בקלות להשתמש ב, HTML מי שכבר מכיר את HTML-דומה מאוד בעקרון העבודה שלו לhosptet HTML בכל רמה של מרכיבות, מכיוון שהמבנה של הקוד מזכיר במידה רבה את הסימון של PDF לייצר מסמכי לא צורך לדאוג – ניתן להשתמש HTML כותרות, טקסט, תמונות וטבלאות מתבצעת בצורה דומה. מי שאינו מכיר את

שיכול מיד לעוזר לנסה את הקוד ליצירת העיצוב הנדרש של המסמך, LLM-ב.

2. התומך IDE הדוגמה הבאה מדגימה כיצד ליצור דוח עם כותרת וטקסט עיקרי. הרצת הקוד זהה בכל המכיל את הכותרת והtekst הנדרשים PDF בפייתון יוצרת קובץ.

```
PDF יוצרים מסך # FPDFpdf = FPDF() מביבאים את ספריית # FPDF מביבאים את ספריית
להוסיף_עמוד # ()הוספה עמודה

קובעים גוףן : אריאל, מודגש, גודל pdf.set_font("Arial", style='B', size=16) # 16pdf.cell(200, 10, "דוח פרויקט", ln=True, align='C') יוצרים כותרת ומרכזים # היל, גודל12המסמך זה מכיל נתונים על תוצאות-Arial-משנים את האופן # (גודלpdf.set_font("Arial", 12=glob...pdf.output(r"C:\reports\report.pdf") שומרים את קובץ ה # בדיקת קבצי הפרויקט
```



הנדרש לנו עם הטקסט PDF-איור 7.214 בעזרת מספר שורות קוד בפייתון אנו יכולים ליצר באופן אוטומטי את מסמך ה

בעת הכתנת דוחות חשוב לחתה בחשבון שהנתונים שמנו הם נוצרים, מסך נDIR נשאר סטטי. כותרות, בלוקים בתהליך Transform-לייטים קרובות נוצרים באופן דינמי, מקבלים ערכים עוד בשלב ה (7.214 איור) טקסטואליים ETL.

שימוש בקוד מאפשר ליצור מסמכים המכילים מידע עדכני: שם הפרויקט, תאrik ייצור הדוח, כמו גם מידע על המשתתפים או הסטוס הנוכחי. השימוש במשתנים בקוד מאפשר להכניס אוטומטית את הנתונים הללו במקומות הנדרשים בדוח, ובכך לחלוtin למנוע את הצורך בעריכה ידנית לפני שליחתו.

:בנוסף לטקסט פשוט ולכותרות, בטכנולוגיית התכנון טבלאות תופסות מקום מיוחד. כמעט בכל מסמך יש נתונים מובנים מאפשרת Transform-מתיאור אובייקטים ועד תוצאות בדיקות. ייצור טבלאות אוטומטית על בסיס נתונים משלב ההפעלה להוסיפה Tablaot לקבצי FPDF. לא רק לזרז את תהליך הכתנה המסמכים, אלא גם למזער טוויות בהעברת מידע זה בmäßig נוח. (7.215 איור) (טקסט או כתמונות, (תוֹ הגדרת גבולות תאים, גדלים של עמודות וגופנים PDF בעבודה עם נתונים דינמיים, כאשר מספר השורות והעמודות יכול לשנות בהתאם למשימות המסמך

3. הדוגמה הבאה מראה כיצד לאוטומט את ייצור הטבלאות, לדוגמה, עם רשימת חומרם, חישובי עלויות או תוצאות בדיקות פרמטרים

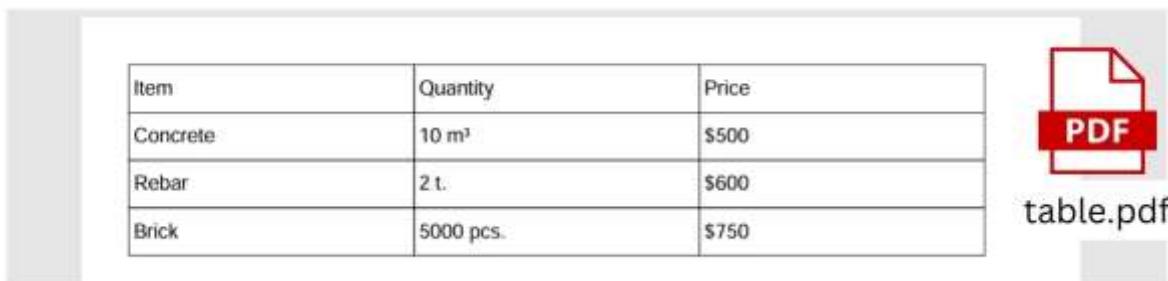
```

data = [
    {"רכיב": "כמota", "מזהיר #": "#כותרות העמודות", "בטוo": "10 m3", "נתוני השורה הראשונה #": "$500."}, {"רכיב": "ברזל", "מזהיר #": "#נתוני השורה השניה", "בטוo": "2 t.", "נתוני השורה השלישית #": "$600"}, {"רכיב": "לבנים", "מזהיר #": "#נתוני השורה הרביעית", "בטוo": "5000 pcs.", "נתוני השורה החמישית #": "$750"}]

pdf = FPDF()
pdf.add_page() # יוצרים מסמך #
pdf.set_font("Arial", size=12) # קובעים גוון #

for row in data: # מעבירים על פני שורות הטבלה
    for item in row: # פנויים בשורה
        pdf.cell(60, 10, item, border=1) # pdf.cell(60, 10, item, border=1) # pdf.cell(60, 10, item, border=1) # pdf.cell(60, 10, item, border=1) #
pdf.output(r"C:\reports\table.pdf") # שומרים את קובץ ה-PDF

```



The screenshot shows a Microsoft Word document window. On the left, there is a table with four rows and three columns. The columns are labeled 'Item', 'Quantity', and 'Price'. The rows contain the following data:

Item	Quantity	Price
Concrete	10 m ³	\$500
Rebar	2 t.	\$600
Brick	5000 pcs.	\$750

On the right side of the Word window, there is a red PDF file icon with the text 'table.pdf' next to it.

לא רק טקסט, אלא גם כל מידע טבליי שהתקבל בשלב ה-PDF-הינן ליצור אוטומטית ב 7.215 **AI**-Transform.

בתרחישים אמיתיים של דיווח, טבלאות בדרך כלל מייצגות מידע שנוצר באופן DINMI, שהתקבל בשלב טרנספורמציה של השורה הראשונה (data) בצורה סטטית: במילון PDF הטבלה מוכנסת למסמך (AI)ור (הנתונים. בדוגמה המוצגת מושלמת אוטומטית לאחר, למשל, קיבוץ של data (הוכנסו נתונים לדוגמה, בתנאים אמיתיים משתנה דומה DataFrame.

בפועל, טבלאות כאלה לרובן נבנות על בסיס נתונים מבנים המתקבלים ממוקורות דינמיים שונים: מסדי נתונים, קבצי הנתונים מאוגדים, מקובצים (ETL)-Transform או תוצאות חישובים אנליטיים. לרוב בשלב ה-API משקי, Excel או מסוננים — ורק לאחר מכן מומרות לתוצר הסופי בצורה של גרפים או טבלאות דו-ממדיות, המוצגות בדיווחים. זה אומר שהתוכן של הטבלה יכול להשתנות בהתאם לפרמטרים שנבחרו, תקופת הניתוה, מסני פרויקטים או הגדרות משתמש.

עושה את ההליך ייצור AI-Transform-דינמיים ובסיסי נתונים בשלב ה>DataFrames-השימוש בLoad-הדיווחים בשלב ההגשה, נרחב ו חוזר בקלות לא צורך להתערבות ידנית.

תומכת גם בהוספה גרפים של נתונים טבליים, מה שמאפשר לשלב בדו"ח תМОנות FPDF, בנוסף לטבלאות וטקסט או ספירות ויזואלייזציה אחרות, אשר דנו בהן לעיל. ניתן להוסיף למסמך באמצעות קוד Matplotlib שנוצרו באמצעות

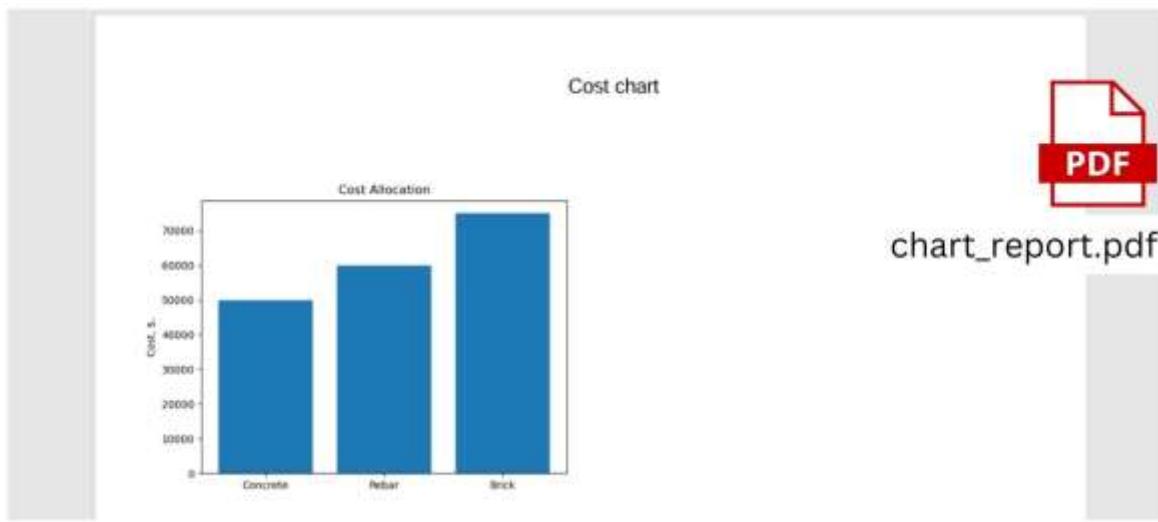
כל גרפ, דיאגרמה או תרשימים

גרף, שנוצר מראש באמצעות Python FPDF ווסף למסמך PDF באמצעות ספרייה Matplotlib: 

```
= לייצרת גרפיים דומות, ציר matplotlib.pyplot import מייבאים את plt #
plt.subplots() # יוצרים דמות וצירות גרף קטגוריות [=בטון, "ברל", לבנים #] שמות הקטגוריות ערכים #
# ערכים לפי קטגוריות

plt.ylabel("# מילות # .") # מסמנים את צירlabel (קטגוריות, ערכים #) יוצרים תרשימים עםוזחתן.bar.ציר
plt.title("הפקת הוצאות # (" מוסיפים כותרת #
plt.savefig(r"C:\reports\chart\chart.png") # pdf =
pdf = שומרים את הgraf כקובץ תמונה # PDFpdf.add_page() יוצרים מסמר #
# קובעים גוף # PDFpdf.set_font("Arial", size=12)

pdf.cell(200, 10, "graf הוצאות" , ln=True, align='C') # -מכניסים את התמונה לה # מוסיפים כותרת
pdf.image(r"C:\reports\chart\chart.png", x=10, y=30, w=100) # שומרים את # PDF (x, y - מוחב - w, קואורדינטות - PDF) קובץ ה
PDF.output(r"C:\reports\chart_report.pdf")
```



7.216 ריש. PDF בעזרת עשרה שורות קוד ניתן ליצור גרף, לשומר אותו, ולאחר מכן להכניס אותו למקום הנדרש במסמך.

תהליך הכתת המסמכים והלוגיקה הופכים להיות שkopים, מהירים ונוחים. תבניות המבונות בקוד מאפשרות בזוכות FPDF ליצר מסמכים עם נתונים עדכניים, תוך כדי הימנע מה צורך במילוי יدني.

במקומות עייצוב ידני של דוחות, המומחים יכולים להתמקד בנתונה נתוניות – ETL באמצעות אוטומציה של וקבלת החלטות, ולא בבחירה הכללי המתאים לעובדה עם סילואי נתונים שונים עם משאש ברור.

מספקת כל גמיש ליצירת מסמכים אוטומטית בכל דרגת מורכבות – מדוחות טכניים קצרים ועד FPDF כך, ספרייה סיכומים אנליטיים מורכבים עם טבלאות וגרפים, מה שמאפשר לא רק לזרז את מהזור המסמכים אלא גם להפחית באופן

משמעותי את הסיכון לטעויות הקשורות להזנה ידנית ולעיצוב נתונים.

הוכת דוחות והעלאה למערכות אחרות: ETL טיעינה

סוף-ים, שהוכנו בהתאם לדרישות שנקבעו PDF נוצרו התוצאות בצורה של טבלאות, גרפים ודוחות Load-בשלב זה. שנדרש לשילוב עם מערכות (CSV, למשל) לאחר מכן ניתן ליציא את הנתונים הללו לפורמטים קריאים למוכנה הייזוא-CSV-וועוד פתרונות ארגוניים או תעשייתיים. בנוסף לBI פלטפורמות כמו XLSX, JSON, XML יכול להתבצע לפורמטים או שירותים בסיסיים התומכים בהחלפת מידע אוטומטית.

למשל, LLM מספיק להגדר בקשה במשק Load-Code כדי ליצור קוד מתאים לאוטומציה של שלב זה:

ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude או QWEN:

שבו העמודות עם הקידום DataFrame- כתוב קוד לייצרת דוח על תוצאות בדיקת נתונים ב'verified'-'Passed'-'Failed'-נספרות, משנות את שמן ל'_ רק את השורות שעברו את כל הבדיקות CSV ולאחר מכן מיצאים לקובץ.

LLM תשובה:



```
# Create a report on the results of data validation
report = df.filter(like='verified_').apply(lambda x: x.value_counts()).T
report.columns = ['Passed', 'Failed']
report.fillna(0, inplace=True)

# Export the cleaned and verified data to a CSV file
verified_df = df[df.filter(like='verified_').all(axis=1)]
verified_df.to_csv('verified_data.csv', index=False)
```

לשילוב עם CSV הסופי, מיצאים לקובץ DataFrame-מה Transform-נתונים מאומתים, שהתקבלו בשלב ה 7.217. ריש מערכות אחרות.

טעינה, במהלך נשמרים הנתונים שנבדקו בפורמט - ETL בקובץ המוצג (איור 7.217) ממבצע השלב הוטני של תהליך המלא, כולל חילוץ ETL התואם לרוב המערכות והמסדי נתונים החיצוניים. כך, סיימנו את מחזור תהליכי CSV, טרנספורמציה, ויזואיזציה, תיעוד וייצוא נתונים למערכות ולפורמטים הנדרשים לנו, מה שמבטיחה שחזור, שקייפה ואוטומציה בעבודה עם מידע.

שפוגה נתן לשימוש הן לעיבוד פרויקטים בודדים והן ליישום רחב היקף - בעת ניתוח מאות אלפי נתונים ETL-צינור ה

או מקורות אחרים המגיעים מערכות PDF ענני נקודות, קבצי CAD, ננסים בצורת מסמכים, תמונות, סקרים, פרויקטי לא רק לכלי לעיבוד טכני, אלא ליסוד התשתיות ETL-mphozrot. האפשרות לאוטומציה מלאה של התהליך הופכת את המידע של הבניה הדיגיטלית.

PDF ויזואлизציה של נתונים מתוך מסמכי ETL באמצעות LLM

- מלא, המכסה את כל השלבים המרכזיים בעובדה עם נתונים בתסրיט אחד ETL הגיע הזמן לעבור להרכבת תהליך ללא עבודה ידנית - לחץ נתונים PDF אוטומטי, המאפשר לעבוד קבצי ETL חילוץ, טרנספורמציה וטינה. גבנה צינור מהמסמכים, לויזואלייזציה, ניתוח ולהעביר למערכות אחרות.

ETL-את כל תהליכי ה (LLM) בדוגמה שלנו יתואר באמצעות פקודות, שצרכות להסביר למודול השפה ETL-תהליך ה בתיקייה ובתיキות המשנה PDF-עם תיאור התוצאה הסופית שיש להשיג. במקרה זה, המשימה היא למצוא את כל קבצי ה שללה, לחץ מהם מידע רלוונטי - לדוגמה, שמות חומרם, כמות ועלוות - ולהציג את התוצאה בצורה של טבלה מסודרת נתיחה עתידי (DataFrame).

• ויצירת PDF לחילוץ אוטומטי של נתונים מספר קבצי LLM-הבקשה הטקסטואלית הראשונה ב DataFrame נתונים לשלב החילוץ:

בתיקייה הנתונה ובתיキות המשנה שללה. הנתונים PDF כתוב קוד לחילוץ מידע על חומרים מקבצי DataFrame-כוללים את שם החומר, כמות ועלוות. התוצאה צריכה להישמר ב-PDF-ב-

LLM תשובה ?



מוכן, שמבצע אוטומטית סריקה של כל התקיות, פותח את Python (7.218) או LLM (התשובה של שמנצאו, מחלץ מהם מידע טקסטואלי וממיר אותו לטבלה. הקוד שהתקבל בשיטה ניתן להרצה באחת מה IDE-PDF-קבצי ה-PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA Python, JupyterLab או בכלים מקוונים פופולריים כמו Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker.-

המוצאה של הרצת הקוד הזה טבלה עם האטריבוטים שבחרנו.

ChatGPT 4 -

You
Write code to extract material information from PDF files in a given folder. The data in the PDF includes material name, quantity and cost. The result should be saved in a pandas DataFrame and displayed on the screen.

ChatGPT
Below is a sample Python script that demonstrates this process using 'PyPDF2'. Please note that you might need to adjust the text parsing part based on the specific format of your PDF files.

```
python
import os
import PyPDF2
import pandas as pd

# Create a DataFrame from the extracted data
df = pd.DataFrame(data)

# Display the DataFrame
print(df)
```

Here's an example of how the output would look in a pandas DataFrame after extracting and processing the material information from the PDF files:

	Material Name	Quantity	Cost
0	Copper Wire	100	250.50
1	Aluminum Sheet	50	150.75
2	Plastic Pipes	200	100.00
3	Steel Rods	80	300.20

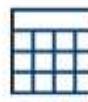
This table shows the material name, quantity, and cost as columns, with each row representing the data extracted from a PDF file. The actual content and structure of your DataFrame will depend on the specific format and data in your PDF files. [.]



UNSTRUCTURED DATA TEXTUAL DATA



STRUCTURED DATA



עם האtribוטים **DataFrame** בצוירה מסודרת של **PDF** המחלצת נתונם מקבצי **LLM**-איור 7.219 תוצאת הרצת הקוד ב- **שבחנו**.

בשלב הבא, אנו מבקשים מהמודל הלשוני על סמך הנתונים שהתקבלו - לדוגמה, להשוות בין עלויות ונפח ה שימוש בחומרים וליצור מספר דוגמאות לוייזואלייזציה, שיישמשו כבסיס לניתוח עתידי.

Transform - לבנות מספר גרפים מתוך הטבלאות שהתקבלו בשלב ה **LLM** בקש בהמשך השיחה עם (7.218) - אייר :

ה- (אייר 7.218)- DataFrame ויזואלייזציה של הערות הכוללת וכמות כל חומר מתוך ה-

The screenshot shows a Jupyter Notebook cell with the following Python code:

```

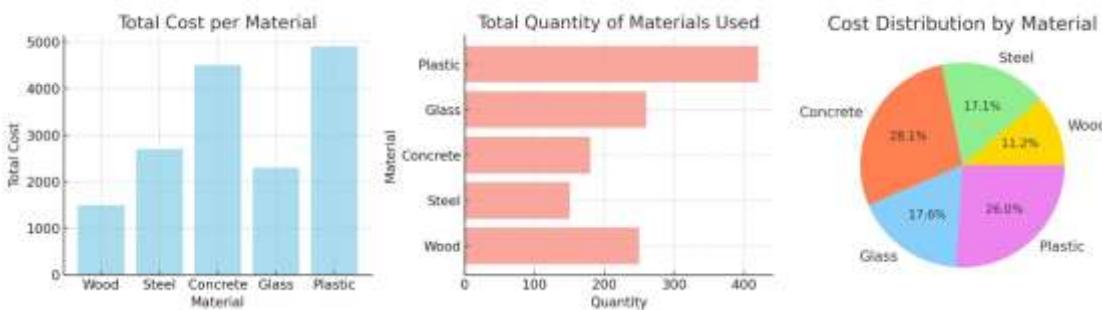
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 # Plotting total cost per material
4 # Group data by 'material' and sum up the 'cost' for each material
5 df.groupby('material')['cost'].sum().plot(kind='bar')
6 plt.title('Total Cost per Material')
7 plt.xlabel('Material')
8 plt.ylabel('Total Cost')
9 plt.show()
10
11 # Plotting total quantity of materials used
12 # Group data by 'material' and sum up the 'quantity' for each material
13 df.groupby('material')['quantity'].sum().plot(kind='barh')
14 plt.title('Total Quantity of Materials Used')
15 plt.xlabel('Quantity')
16 plt.ylabel('Material')
17 plt.show()
18

```

At the top right, there are icons for "Create in LLM Chat" and "Run in IDE". Below the notebook cell, there are four small icons representing different tools or environments.

לצורך ויזואлизציה של הנתונים מתוך מסגרת הנתונים באמצעות ספריית Python בקוד **7.220** AIOR LLM **matplotlib**.

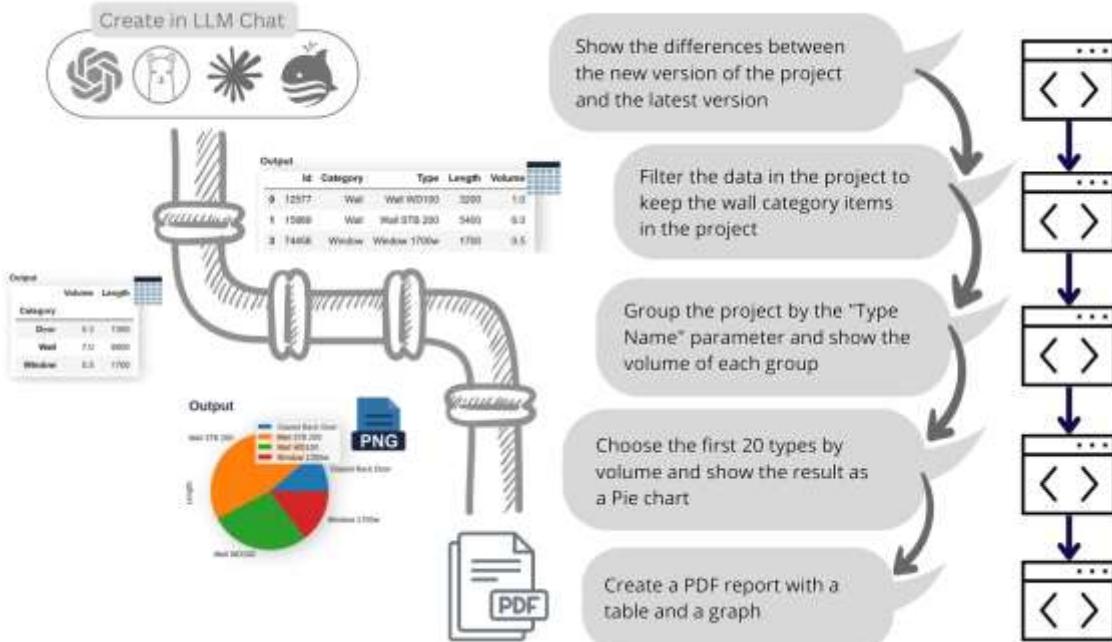
לאחר ביצוע הקוד **7.220** (באמצעות ספריית Python מייצרת ומבצעת אוטומטית קוד LLM זהה, אנו מקבלים גרפים של עלויות ונפח השימוש בחומרים בפרויקטים בנייה ישירות בשינה) (AIOR 7.221), מה שמאפשר באופן מושעoti את העבודה האנגליתית



-בצורת גרפים על בסיס הנתונים שנאפסו ב **7.221** AIOR LLM ויזואлизציה של תוצאות DataFrame.

ניתוח וביצוע קוד, ויזואлизציה של תוצאות זמינה דרך בקשوت טקסט פשוטה, ETL, תמייה בפיתוח רעיונות לכתיבת קוד בהחלט משנה את הגישה לתוכנות ואוטומציה של LLM ללא צורך בלימוד יסודות התוכנות. הופעת כלים כמו -**7.222** AIOR (עיבוד נתונים)

מה הערך האמתי של אינטיליגנציה מלאכותית לעסק שלך ואיך אתה יכול להפיק ממנו" PwC לפי דוח תועלות?" [2017] (139), אוטומציה של תהליכיים ושיפור פרודוקטיביות יהיו המניעים העיקריים לצמיחה כלכלית. צפוי כי שיפור הפרודוקטיביות ישפוך יותר מ-55% מכלל הגדלול בתוצר המקומי/global בזכות אינטיליגנציה מלאכותית בתחום 2017-2030.



מסיימת ביצירת טוות קוד, אשר מיועדת לשימוש בפרויקטים עתידיים ללא צורך **LLM** או **ר. 7.222 אירן** אינטיליגנציה מלאכותית -**LLM**-בשימוש ב-

כמו גם ChatGPT, LLaMa, Mistral, Claude, DeepSeek, QWEN, Grok, נטען פותחים ותוכנה בקוד פתוח, אנו יכולים לאוטומט את התהליכיים שבוצעו בעבר רק באמצעות מערכות מודולריות פרופריאטניות יקרות ומסובכות לתחזוקה.

אוטומטים לעיבוד נתונים, יהנו מיתרונות Pipeline בהקשר של בנייה, זה אומר שהחברות שיאמצו ראשונות תהליכי שימושיים — משיפור היעילות בניהול פרויקטים ועד הפקחת הפסדים כספיים והסרת יישומים מפוצלים ואחסון נתונים מבודד.

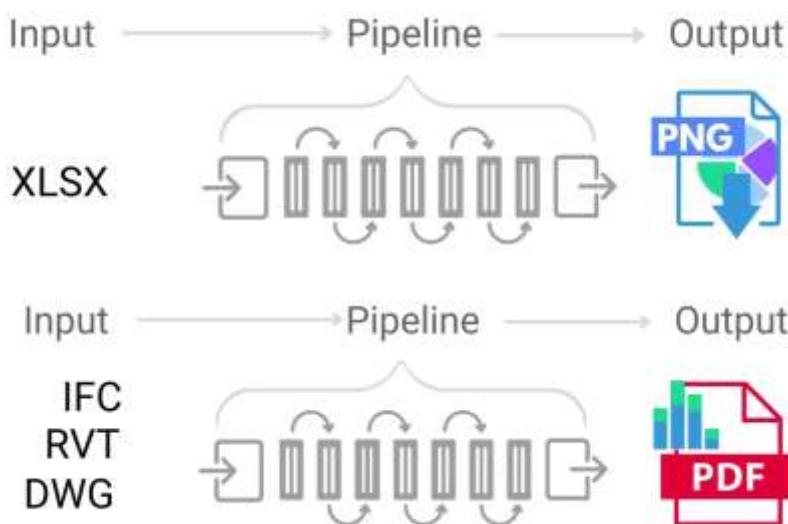
היא חלק חשוב מautomציה של תהליכי אנגלטיקה ועיבוד ETL הלוגיקה המתוארת לביצוע משימות עסקיות בתהליך **רימאכט נתונים**, שהוא סוג ספציפי של המושג הרחב יותר — **קונפליננסpipelines**.

פרק 7.3. אוטומטי ETL צינור

ETL צינור: קוננוויר נתוני אוטומטי של

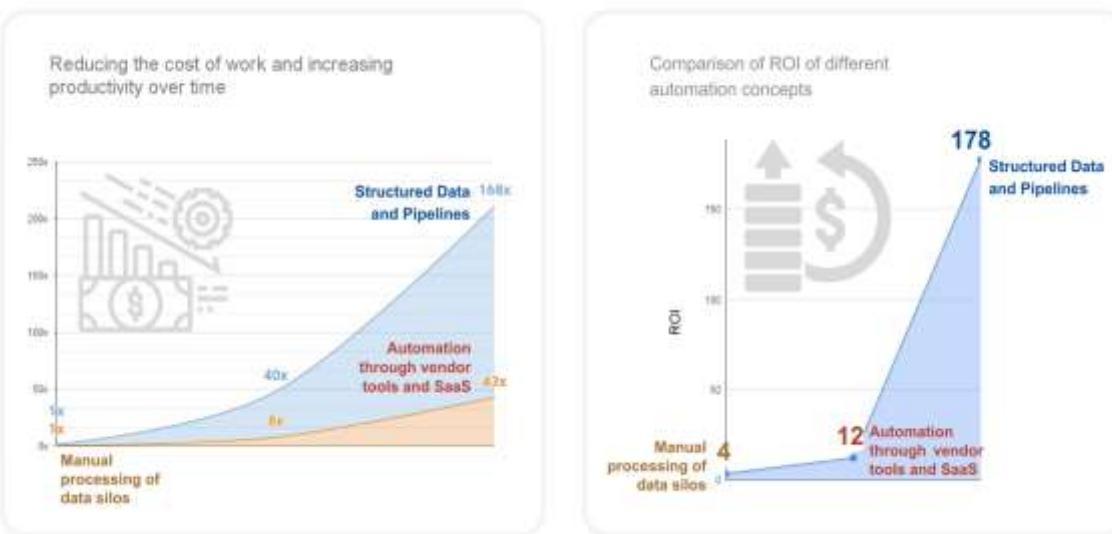
משמש באופן מסורתי לעיבוד נתונים במערכות אנלייטיות, מכסה מקורות נתונים מובנים ולא מובנים. עם ETL תהליכי נמצאים בשימוש תדייר יותר, המתאר – (רַהֲטְקָוֹן) – זאת, בסביבה הדיגיטלית המודרנית, המונה הרחבה יותר כל שרשרת עיבוד רציפה, שבה הפלט של שלב אחד הופך לקלט של השלב הבא.

גישה זו רלוונטית לא רק לנושאים, אלא גם לשוגים אחרים של אוטומציה: עיבוד משימות, בניית דוחות, אינטגרציה עם תוכנה ומסמכים דיגיטליים (איור 7.31).



זו רצף עיבוד שבו הפלט של שלב אחד הופך לקלט של השלב הבא – **Pipeline** איור 7.31

הוא אחד המרכיבים המרכזיים של אוטומציה, במיוחד בתנאים של עבודה עם כמות גדולה של Pipeline יישום של נתונים מגוונים. הארכיטקטורה של הקו מאפשרת לארגן שלבים מורכבים של עיבוד בפורמט מודולרי, רציף ומנוהל, מה שmagbair את הקריאות, מפשט את תחזוקת הקוד, ומאפשר דיבוג שלב-שלב ובדיקות ניידות להרחבה.



לבדוק נתונים מקטין בעשרות ובמאות פעמים את זמן הביצוע בהשוואה לעיבוד באמצעות **Pipeline** של תהליך ROI 7.32 אירר כלים קלאסיים.

שימוש נתונים באמצעות קו מאפשר להגדיל באופן ידנית במערכות קנייניות (ERP, PMIS, CAD) ברגע לעבודה ידנית במערכות קנייניות -- משמעותית את מהירות ביצוע המשימות, להימנע מעובדה חוזרת ולאוטומט את השקת התהליכים בזמן הנדרש

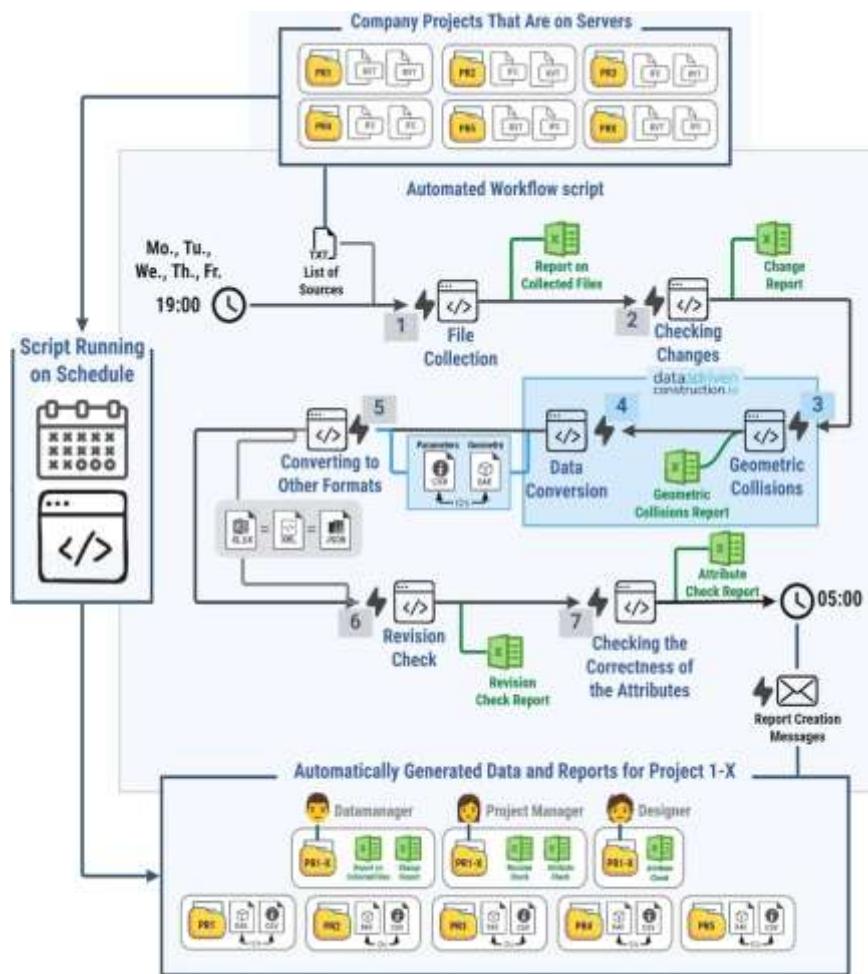


מכללי לפתח את XLSX לקבלת אוטומטי של גרען נתונים טבלאים בקובץ ETL Pipeline Excel. דוגמה ל- 7.33

יש לקבוע מראש את מקורות הנתונים, כמו ETL אוטומטי, בדומה לתהליך Pipeline כדי לעבוד נתונים זרימה ולבנות גם את מסגרות הזמן לאיסוף הנתונים - הן עבור תהליכי עסקים ספציפיים, והן במסגרת כל החברה.

בפרויקטים בניה, הנתונים מגיעים ממקורות רבים ו שונים עם תדריות עדכון שונה. כדי ליצור הצוגת נתונים אמינה, חשוב מאוד לתעד את רגע ההוצאה והעדכון של המידע. זה מאפשר לקבל החלטות בזמן ולשפר את היעילות בניהול הפרויקט.

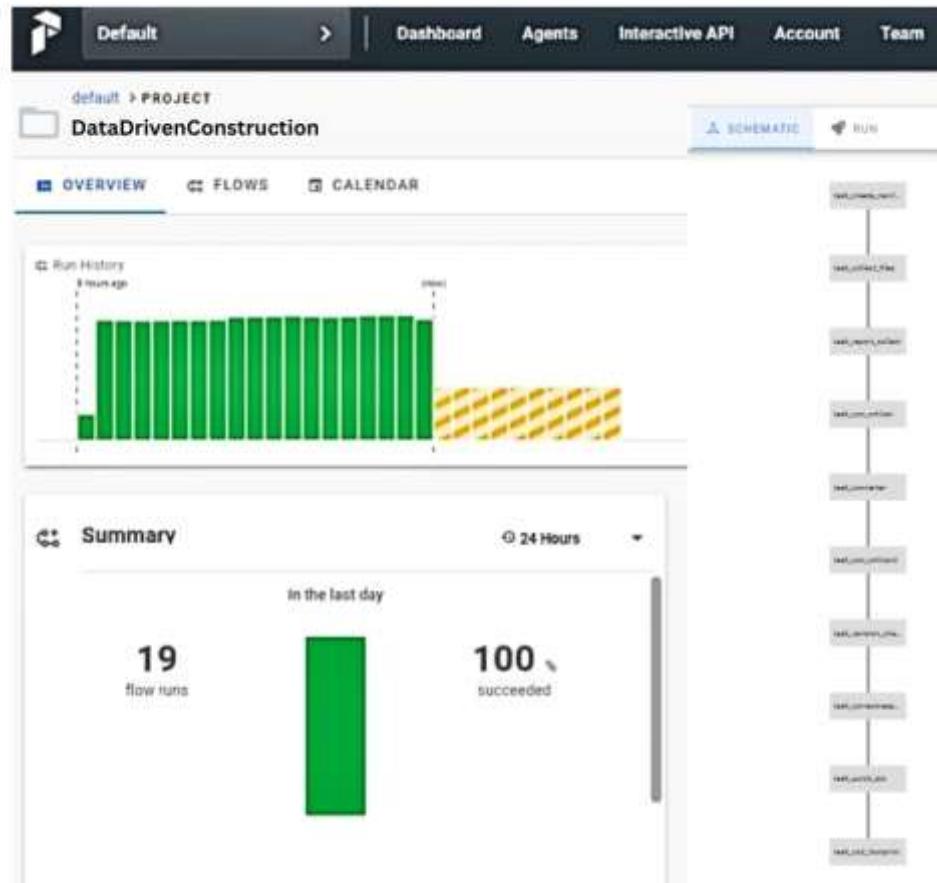
אחד האפשרויות היא להפעיל את תהליך האיסוף בשעה קבועה - למשל, בשעה 19:00, לאחר סיום יום העבודה. בשלב זה מופעל הסקריפט הראשון, שהאראי על ארגזיה של נתונים ממערכות ומגרי מידע שונים. לאחר מכן מתבצע עיבוד אוטומטי ומהירה של הנתונים לפורתט מובנה, המתאים לניתוח. בשלב הסופי, באמצעות הנתונים המוכנים, נוצרות אוטומטית דוחות, לוחות מחוונים ומצרים אחרים, כפי שמתואר בפרקם הקודמים. כתוצאה לכך, עד השעה 05:00 --.בבוקר, למנהלים כבר יש דוחות עדכניים על מצב הפרויקט בפורטט הנדרש



שנאספו אוטומטית בערב, מעובדים בלילה, כך שלמנהלים יהיו דוחות עדכניים ודוחות חדשים, **Pipeline**-נתונים ב 7.34 אייר. בבוקר.

אוטומציה של תהליכי המרה והמחשה באמצעות לוחות מדע - הם KPI, איסוף נתונים בזמן, קביעת מרכיבים מרכזיים בקבלת החלטות מוצלחות על בסיס נתונים.

תהליכיים אוטומטיים כאשר יכולם להתבצע עם אוטונומיה מלאה: הם מופעלים לפי לוח זמנים, מעבדים נתונים ללא ETL מעורבבות של מפעיל ויכולם להיות מיושמים בכך והן על השרתים של החברה. זה מאפשר לשלב את קווית הקיימת, תוך שמירה על שליטה על הנתונים והבטחת גמישות בהרחבת IT-בתשתית ה.



אוטומטי של תהליכיים, שבו 10 סקריפטיו פיתון מופעלים בזזה אחר זה לאחר השעה 19:00 בכל יום ETL קו 7.35 אירו
- עבודה -

אוטומציה של תהליכי עבודה לא רק מעלה את הפרודוקטיביות של הצוות, משחררת זמן למשימות ממשמעותיות ופחوات בתהליכי (AI) שגartistיות, אלא גם מהוות את הצעד הראשון החשוב בדרך לישום טכנולוגיות אינטלקטואליות מלאכותית "עסקים, על כך נדבר בהרחבת בפרק "תחזיות ולמידת מכונה".

LLL באמצעות Pipeline-ETL בדיקת נתונים של

פירקנו שלב אחר שלב את תהליך הכנת ETL בפרקים הקודמים, שהוקדשו לייצרת דרישות נתונים ואוטומציה של המרה, אימות והציגת הנתונים. פעולות אלו בוצעו בצורה של בלוקים קוד נפרדים (אирו 7.218 - אירו 7.220 (שכל אחד מהם ביצע משימה ספציפית

כעת המטרה הבאה שלנו היא לשלב את האלמנטים הללו לקו ייצור אחד, מחובר ואוטומטי של עיבוד נתונים - קו ייצור ETL-Pipeline - שבו כל השלבים (טעינה, בדיקה, הצגה, ייזוא (מתבצעים באופן רציף בסקריפט אחד המופעל -

א. אוטומטית.

המקור → עד בדיקת המבנה והערכים באמצעות CSV בדוגמה הבאה יישם מחזור מלא של עיבוד נתונים: מטעינת קובץ PDF ביטויים רגולריים → חישוב התוצאות → יצירת דוח חזותי בפורמט

LLM- כדי לקבל את הקוד המתאים ניתן להשתמש בבקשת טקסטואלית הבאה ל 

DataFrame-בודקת את נתוני ה CSV בבקשת כתוב דוגמת קוד שמבצעת טעינת נתונים מקובץיעילות ארגטית עם 'W-NEW' או 'W-OLD' באמצעות ביטויים רגולריים, בודקת מזהים בפורמט תקופה אחריות ומחזור החלפה עם ערכים מספריים בשנים ובסוף יוצרת דוח 'G' עד 'A'-אותיות מעם היסטограмה של התוצאות PDF עם ספירת הערכים שעברו ולא עברו את הבדיקה, מייצרת ומוסיפה תיאור טקסטואלי.

LLM תשובה:



Create in LLM Chat

```

1 # Importing necessary libraries
2 import pandas as pd
3 import re
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 from matplotlib.backends.backend_pdf import PdfPages
6
7
8 # Load data
9 df = pd.read_csv('path_to_csv_file.csv')
10
11 # Define patterns and verify data
12 patterns = {
13     'Window_ID': r'^W-NEW|W-OLD[0-9]+|D-1[0-9]{2}$',
14     'Energy_Efficiency': r'^[A-G]\+*$', 
15     'Warranty_Period': r'^\d+\syears$', 
16     'Replacement_Cycle': r'^\d+\syears$'
17 }
18
19 for column, pattern in patterns.items():
20     df[f'verified_{column}'] = df[column].apply(lambda x: bool(re.match(pattern, str(x))))
21
22 # Create report
23 report = df.filter(like='verified_').apply(lambda x: x.value_counts()).T
24 report.columns = ['Passed', 'Failed']
25
26 # Generate PDF
27 pdf_path = '/mnt/data/verification_results_full_pipeline.pdf'
28 with PdfPages(pdf_path) as pdf:
29     # Plot and save bar chart
30     report.plot(kind='bar', stacked=True, color=['green', 'red'])
31     plt.title('Data Verification Summary')
32     plt.xlabel('Data Categories')
33     plt.ylabel('Count')
34     plt.tight_layout()
35     pdf.savefig()
36     plt.close()
37
38     # Add text page
39     plt.figure()
40     plt.axis('off')
41     text_str = "Verification Results Summary"
42     plt.text(0.1, 0.5, text_str, wrap=True)
43     pdf.savefig()
44     plt.close()
45
46 pdf_path
47

```

Run in IDE

7.36 איזור Pipeline (ETL) מלא של עיבוד נתונים: מיפוי ובדיקה ועוד יצירת דוח מסודר בפורמט PDF.

CSV לאחר העתקת הקוד, יבצע אימות נתונים מקובץ, ETL-או ב LLM הקוד האוטומטי (אייר 7.36 (בתוך צ'אט באמצעות הביטויים הרגולריים שנקבעו, ייצור דוח על מספר הרשומות שעברו ולא עברו את הבדיקה, ולאחר מכן ישמר את תוצאות הבדיקה בפורמט PDF.

שבו כל שלב - מטעינת נתונים ועד יצירת דוח - מיושם כמודול נפרד, מבטיח שקייפות ETL-Pipeline מבנה דומה של עושה את התהליך שkopf וברור Python-יכולה הרחבה וחזרתיות. הצגת הלוגיקה של הבדיקה בצורה של קוד קרייא ב. לא רק למפתחים, אלא גם למומחים בתחום ניהול הנתונים, אינטואיטיבי וניתוחם.

לאוטומציה של עיבוד נתונים אפשר לטנדראטיביזציה של התהליכים, מעלה Pipeline השימוש בגישה את חזרתם וmpshet את ההתאמה לפROYקטים חדשים. בזכות זאת מתפתחת מתודולוגיה איחודית לניטוח נתונים, ללא קשר למקור או לסוג המשימה - בין אם מדובר בבדיקה התאמת לטנדראטיבים, יצירת דוחות או העברת נתונים למערכות היצוניות.

אוטומציה זו מפחיתה את השפעת הגורם האנושי, מצמצמת את התלות בפתרונות קנייניים ומעלה את הדיקוק והאמינות של התוצאות, מה שהופך אותן לשימושות הן לניטוח תפעולי ברמת הפרויקטם והן לניטוח אסטרטגי ברמת החברות.

CAD (BIM)-בדיקה נתונים ומידע של רכיבי הפרויקט ב-ETL-צינור

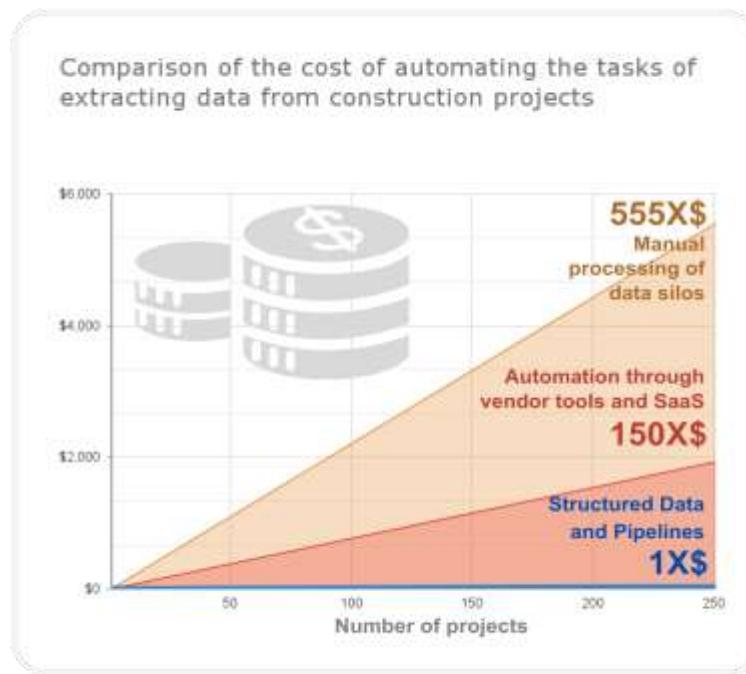
הם אחד מקורות הנתונים המורכבים והמתעדכנים ביותר בעסק חברות (BIM) CAD נתונים מערכות ומסדי נתונים הבניה. יישומים אלה לא רק מתארים את הפרויקט באמצעות גיאומטריה, אלא גם משלימים אותו במידע טקסטואלי רב-שכבי: כמוות, תוכנות חמורים, ייעודי חדרים, רמות ייעילות ארגנטית, סובלנות, תקופות שימוש וארטיפוטים נוספים.

ונצים בשלב התכנון והופכים לבסיס לתהליכי עסקים CAD הארטיפוטים המוקנים ליישויים במודלים ERP נוספים, כולל היישובי עליות, הכנת לוחות זמנים, הערכת מהזור חיים ו互動גרציה עם מערכות CAFM. כאשר היעילות של התהליכים תלויות במידה רבה באיכות הנתונים המתקבלים מחלוקת התכנון, NWD, .

. . . CAD-(BIM-) (. 7.21), .

קבליים ומנהלי פרויקטים מתחודדים עם הצורך לעבד כמהות גדולה של נתונים פרויקטים, כולל RVT, DWG, GRSESOT מרבotta וקטעים של אותם מודלים. הנתונים מגיעים מארגוני תכנון בפורמטים DGN, IFC, NWD, ודורשים בדיקה קבועה לעמידה בסטנדרטים תעשייתיים (. 3.114) ואחרים ותאגידים.

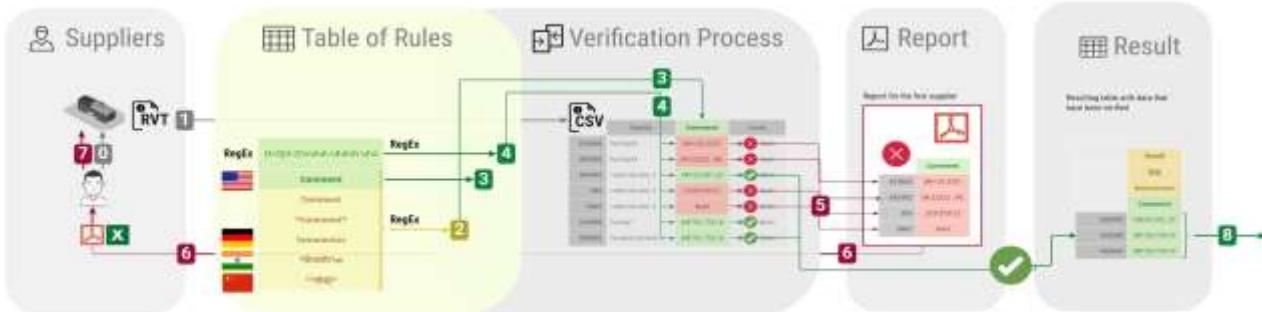
בשל התלות בפעולות ידניות ובתוכנות מיוחדות, תהליכי האימות של הנתונים הופר לנקודת צוואר בקבוק בתהליכי העבודה הקשורים לנתונים מהמודלים עבור כל החברה. אוטומציה ויישום דרישות מובנות מאפשרים להפסיק את התלות (. 7.37) הזו, להגדיל באופן משמעותי את מהירות ואיכות בדיקת הנתונים.



[140] .. אוטומציה מגדילה את מהירותה הבדיקה ועיבוד הנתונים, מה שמחזית את עלות העבודה בעשרות מונים 7.37

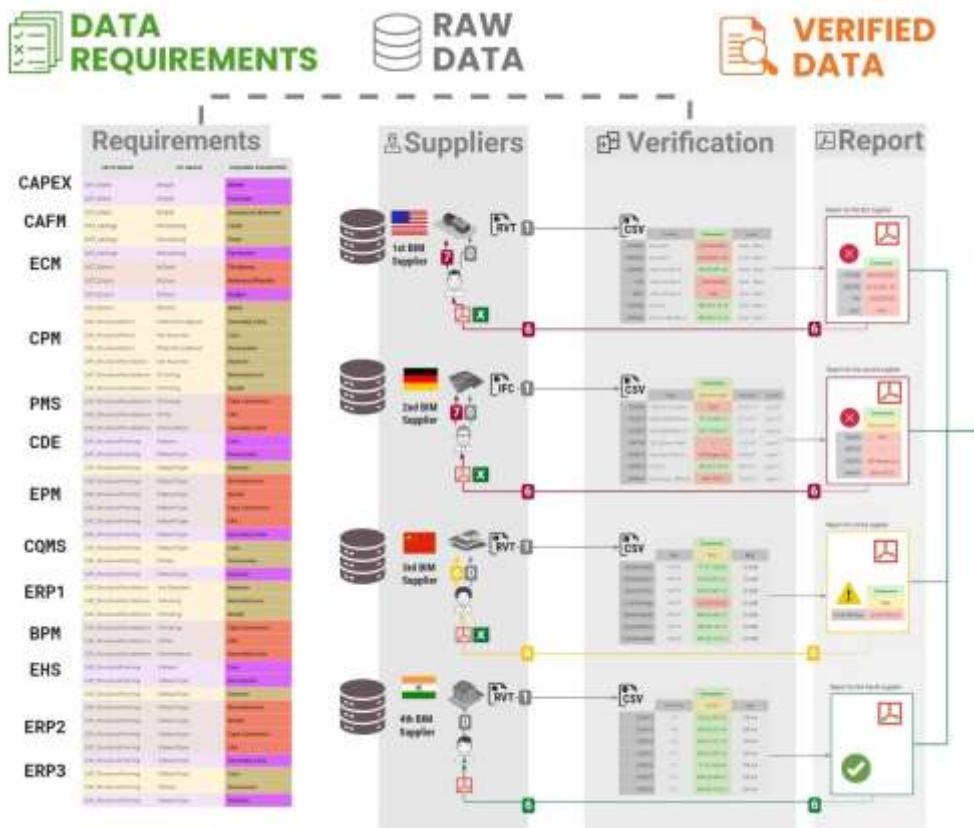
(RVT, DWG, DGN, NWS) מגוון פורטטים סגוריים (Extract) שלב CAD נתונים הוצאה תהליך בדיקת נתונים (RegEx) ביטויים רגולריים (. Transform שלב) אטריבוט וערכיו טבלאות כללים - בפירוט חלק הריבועי של הספר

לפורטטים מובנים (Load שלב) ורשומות שנבדקו בהצלחה צריכה להסתים ביצוא PDF יצרת דוח שגייאת בפורטט המתחשבים רק ביחסיות שנבדקו, שיכולה לשמש לתהליכיים נוספים.



. 7.38. תהליך בדיקת הנתונים מספק נחיוני התכנון ועד לדוח הסופי, שנבדק באמצעות ביטויים רגולריים

כasher יש דרישות מבניות ובזרימה מתמדת של נתונים חדשים (BIM) CAD אוטומציה של בדיקת נתונים מערכות מפחיתה את הצורך בתערבות ידנית בתהליך האימוט (כל אחד מהתהליכים (כל אחד מהתהליכים ETL-Pipelines המעובדים דרך). של בדיקה והקנת דרישות לנתונים נדונו פרקים הקודמים



מפשטת את ניהול פרויקט הבניה בוכות האצת התהליכי ETL אוטומציה של בדיקת נתונים דרך .. 7.39

יכולת להימשך מספר ימים עד שבועות (BIM) CAD (BIM) באופן מסורתי, בדיקת המודלים המוצעים על ידי קבלנים ומומחי אוטומטיים, ניתן לקצר את הזמן הזה למספר דקות. במצב טיפוסי, הקבלן מצהיר ETL עם זאת, עם יישום תהליכי: המודל נבדק ועומד בדרישות. הצהרה כזו מפעילה שרשרת של בדיקות לגבי טענת הקבלן על איכות הנתונים

• מנהל הפרויקט - "הקבלן טוען": המודל נבדק, הכל בסדר

• מנהל הנתונים - "מעלים את האיותות":

■: מזהה הפרות בשניות. האוטומציה מונעת מחלוקת-Pandas-סקרייפט פשוט ב

■: OST_StructuralColumns: פרמטר FireRating IS NULL. קטgoria

■: מיצרים רשימת מזהה הפרות → מיצאים ל-Excel/PDF.

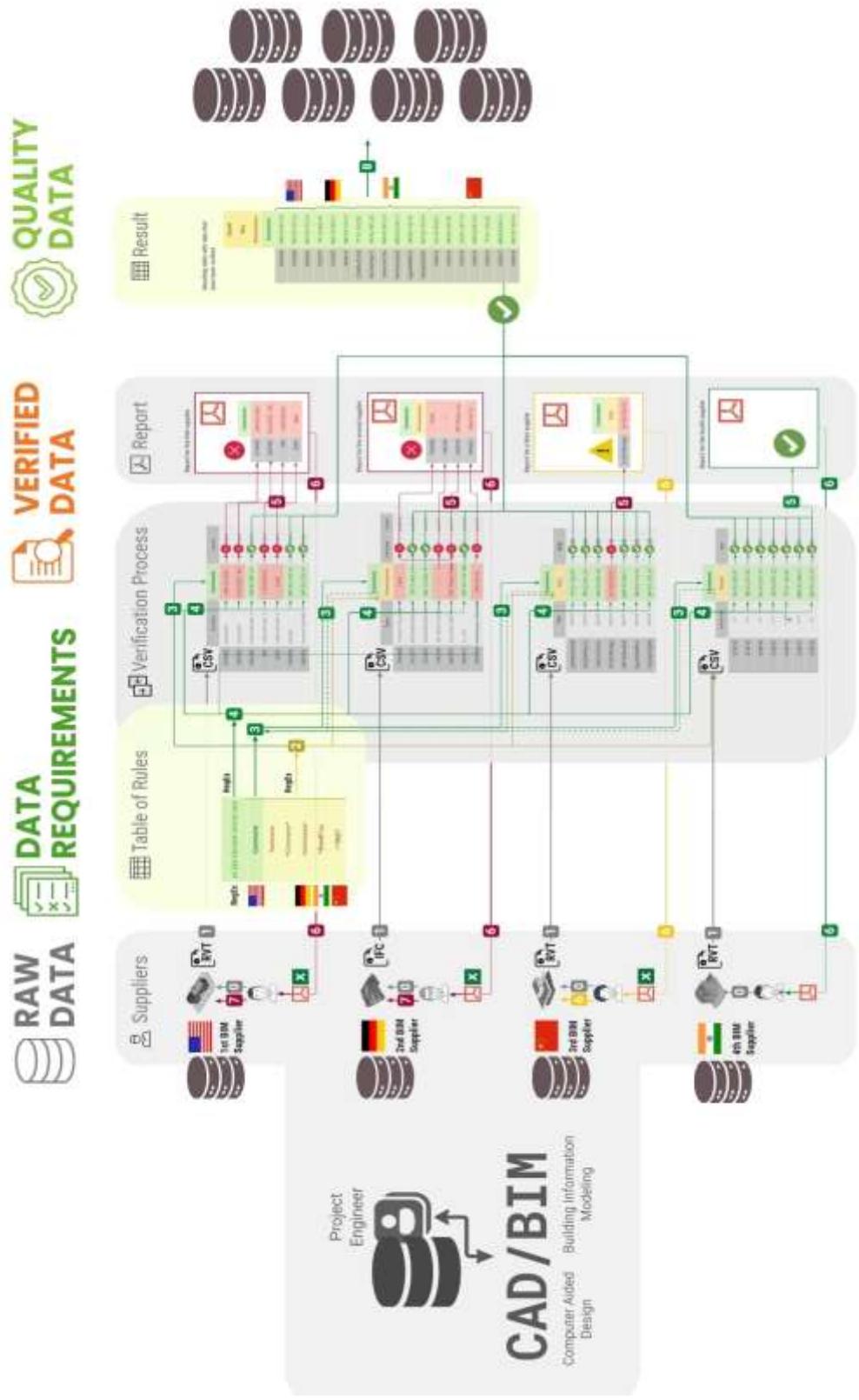
■: מזהה הפרות בשניות-Pandas-סקרייפט פשוט ב:

```
df = model_data[model_data["Category"] == "OST_StructuralColumns"] # סינון issues
issues = df[df["FireRating"].isnull()] # ערכיהם ריקים
issues[["ElementID"]].to_excel("fire_rating_issues.xlsx") # ייזוא מזהיר
```

א. מנהל הנתונים למנהל הפרויקט - "הבדיקה הראהה כי ל-18 עמודים הסר פרמטר FireRating".
ב. הוא חובה, בלבديו לא ניתן לקבל את FireRating מנהל הפרויקט לקבילן - "המודול מוחזר לתיקון: פרמטר המודול".

לא עבר את בדיקת האיכות, האוטומציה מונעת מחלוקת, והקבילן מקבל כמעט מיד דוח CAD-قتוצאה מכך, מודל הモבנה עם רשימת מזהי רכיבים בעיתיים. כך תהליך האימות הופך לשකוף, ניתן לשחזר ומוגן מפני גורמים אנושיים (7.310).

גישה כזו הופכת את תהליך בדיקת הנתונים לפונקציה הנדסית, ולא לבקרה איכותית ידנית. זה לא רק מעלה את הפרודוקטיביות, אלא גם מאפשר להחיל לוגיקה אחידה על כל הפרויקטים של החברה, מה שבטיה טרנספורמציה דיגיטלית מקיפה של התהליכים, מהתכנון ועד הפעלה.



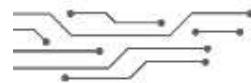
אוטומציה של בדיקת מאפייני רכיבים מונעת את הגורם האנושי ומחילה את הסיכון לטיעויות 7.310 אויר.

משתמשי המערכת, המתינו לנתונים אינטראקטיביים מערכות, (7.310 אירר) בזכות השימוש בקווים ייצור אוטומטיים יכולם לקבל מיד את הפלט הנדרש להם - טבלאות, מסמכים, תמונות - ולבשל אותם במהירות במשימות CAD- (BIM-) העובודה שלהם.

אוטומציה של בקרה, עיבוד וניתוח מביאה לשינוי בגישות לניהול פרויקטים בנייה, במיזוג בחלק של אינטראקטיבית בין מערכות שונות, ללא שימוש בערכות מודולריות מורכבות ויקרות או פתרונות סגורים מספקים.

בעוד שגישות ואביזרי שיווק באים והולכים, תהליכי בדיקת דרישות הנתונים ישארו תמיד חלק בלתי נפרד מהתהליכים העסקיים. במקום ליצור כל פעם פורמטים וסטנדרטים מיוחדים חדשניים, תעשיית הבניה צריכה להתמקד בכלים שכבר הוכיחו את יעילותם בתעשייה אחרת. כיום קיימות פלטפורמות חזקות לאוטומציה של עיבוד נתונים וឥינטראקטיבית של Extract, Transform ו-Load.

המאפשר ETL הוא Apache Airflow, אחד מהדוגמאות הפופולריות לפתרונות אוטומציה ואורקסטרציה של תהליכי נעשה שימוש פעיל גם בפתרונות דומים אחרים, Airflow לצד ETL לארגון תהליכי חישוביים מורכבים ולנהל קווי אוטומציה של תהליכי עסקים 8x8 למיפוי ועיבוד נתונים בזמן אמת, וכן Apache NiFi כמו



פרק 7.4. ותהליכי עבודה: פתרונות מעשיים ETL א/orקסטרציה של

ואפazzi אירפלו: אוטומציה וא/orקסטרציה של תהליכי עבודה DAG

היא פלטפורמה חינמית עם קוד פתוח, המיעודת לאוטומציה, א/orקסטרציה ומעקב אחר תהליכי Apache Airflow (ETL).

בכל יום בעבודה עם כמותות גדולות של נתונים נדרש:

(למשל, מספקים או לקוחות) Extract - הורדת קבצים מקורות שונים ■

(לאגן, לנוקות ולבזוק) Transform - המרת הנתונים לפורמט הנדרש ■

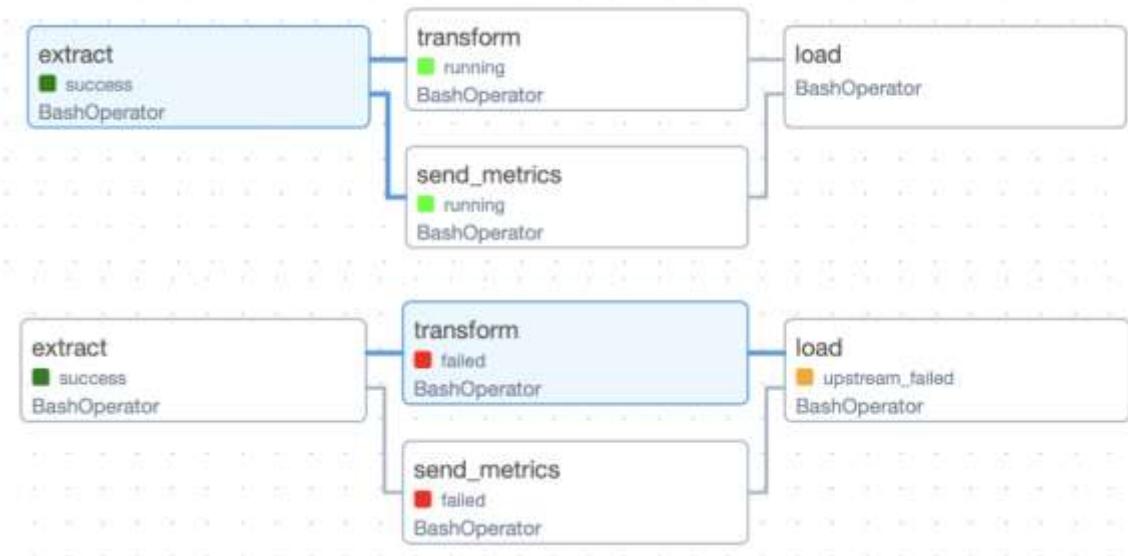
(לייצא למערכות, מסמכים, מסדי נתונים או לוחות מחוונים) Load - שליחת התוצאות לבדיקה וייצור דוחות ■

כאליה לוקח זמן רב ומוביל לסיכון של טעויות הקשורות לגורם האנושי. שינוי במקור ETL ביצוע ידני של תהליכי הנתונים או כשל באחד מהשלבים עלול לגרום לעיכובים ולתוצאות לא נכונות.

אמין, למזרע טעויות, לקצץ את זמן עיבוד הנתונים ETL באמצעותם לבנות קו,Apache Airflow, כליים לאוטומציה, כמו DAG (Directed Acyclic Graph) הוא המושג Apache Airflow ולהבטיחה את נוכנותם בכל שלב. הבסיס של DAG, שבו כל משימה (Operator) קשורה לתלותות אחרות וمبرוצעת בסדר שנקבע, מכוון א- מה שבטיחה מבנה לוגי וצפוי לביצוע המשימות.

לוקח על עצמו את הא/orקסטרציה - ניהול התלותות בין המשימות, שליטה על לוח הזמנים לביצוע, מעקב אחר Workflows המצביע ותגובה אוטומטית לכשלים. גישה זו מזערת את ההתקשרות הדינית ומבטיחה את אמינות התהליך כולו.

א/orקסטרטור משימות - כלי או מערכת המיעודת לניהול ולשליטה על ביצוע משימות בסביבות חישוביות ומידע מורכבות. הוא מקל על תהליכי הפעלה, האוטומציה והניהול של ביצוע משימות, מה שמאפשר לשפר את הייעילות בעבודה וליעיל את המשאבים



לצפות ביוםני הביצוע, במצב השקתה **DAG-ETL**, מספקת משק נוח, שבו ניתן להמיחס את **המשימה** וה**וועוד**. ריש.

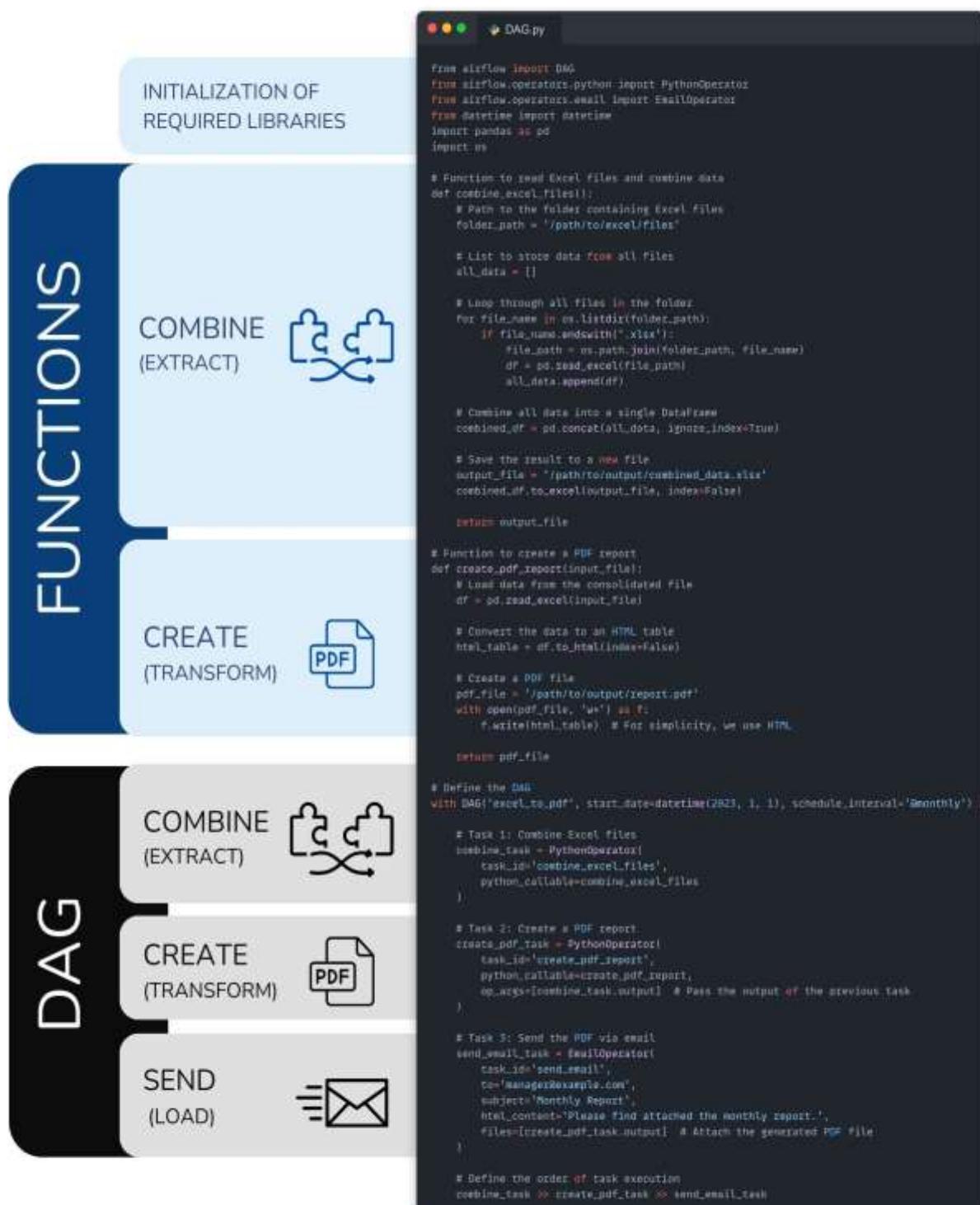
ETL בשימוש נרחב לאורקסטראציה ואוטומציה של חישובים מפוזרים, עיבוד נתונים, ניהול תהליכי **Airflow** (Extract, Transform, Load), Apache **Apache** **SQLLite**-MySQL-משתמש ב **Airflow**.

בגרף, המנווה דרך Extract, Transform, Load. - מרכיבת ממשימות ETL- פשוט, בדומה ל DAG-Dogma ל לאחר מכן extract מוגדר סדר ביצוע המשימות (קטעי קוד): (למשל, קודם, קודם מתבצע, (ריש) המשק המשמש כאשר כל המשימות הושלמו, תהליך טיענה (וסוגרת את העבודה משימת transform -הנתונים נחשב להצלחה

7.42 ETL אפациי איירפלו: יישום מעשי של אוטומציה בתהליכי

גמישים ETL אפaciי איירפלו משמש באופן נרחב לתהליכי עיבוד נתונים מורכבים, ומאפשר בניית צינורות אפaciי איירפלו ניתן להרצה הן דרך משק אינטראנטי והן באופן תקוני באמצעות קוד פיתון (איור 7.42). (במסגרם, להריץ ממשימות ולנתח את תוצאות DAG האינטראנטי) איור 7.43 (מנהלים ומפתחים יכולים לעקוב באופן חזותי אחריו --.הביצוע

ניתן לקבוע רצף ברור לביצוע ממשימות, לנחל את התלות בינהן ולהציג אוטומטיות לשינויים בתנאים DAG באמצעות המקוריים. נבחן דוגמה לשימוש באירפלו לאוטומציה של עיבוד דוחות (איור 7.42)



ETL (EXTRACT, TRANSFORM, LOAD) PIPELINE

לעיבוד נתונים באמצעות אפקטיבי אירפלו ETL אויר 7.42: מושג צינור

ETL: שמציע Möglichkeiten מפתח בסביבה צינור DAG בדוגמה זו (נבחן) אויר 7.42

א/orquestracia של ETL ותהליכי עובודה: פתרונות מעשיים | 346

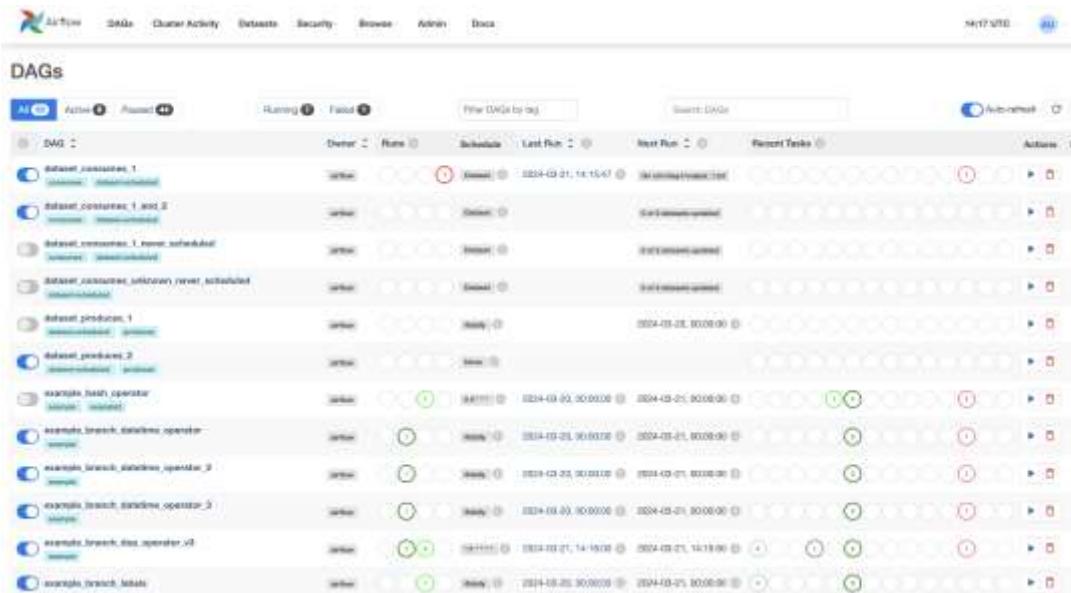
מעבר רציף על כל הקבצים בתיקייה שנבחרה • קריית נתונים מכל קובץ • קריית נתונים מCSV • שילוב כל הנתונים במסגרת נתונים אחד • pandas באמצעות ספרייה.

שמירת הטבלה • המרת מסגרת נתונים המאוחדה לטבלה ב • PDF (Transform): ייצור מסמך שמרה הדינה - דרך HTML בפורמט PDF.

בדואר PDF לשילוח מסמך EmailOperator-שימוש ב • (Load): שליחת הדו"ח בדואר אלקטרוני.

קביעת רצף ביצוע המשימות: חילוץ נתונים → ייצור דו"ח → שליחה • DAG: הגדרת ביום הראשון של כל חודש - (@monthly).

ולשלוח PDF לייצור מסמך Excel האוטומטית (אייר 7.42) (מוחזק לצד לאוסף נתונים מקבצי ETL בדוגמה אותו בדואר אלקטרוני. זו רק אחת מתוכן מגוון אפשריים לשימוש באירפלו. דוגמה זו ניתנת להתקאה - לכל שימוש ספציפית, כדי לפחות ולAutomat את תהליכי עיבוד הנתונים



בסביבה עם מידע על ההרצאות האחרונות DAG-Air 7.43: סקירה של כל קבוצות ה

ממתק האינטרנט של אפקטי אירפלו (Airflow) (ספק סביבה חזותית מקיפה לניהול תהליכי נתונים. הוא מציג את ים בΖώρה של גרפים אינטראקטיביים, כאשר הצמתים מייצגים משימות והקצוות - את התלות ביניהם, מה-DAG-ה שמאפשר לעקוב בקלות אחרי תהליכי עיבוד נתונים מורכבים. הממתק כולל לוח בקרה עם מידע על מצב ביצוע המשימות, היסטוריית הרצות, יומיוני פרטימ ומודדי ביצועים. מנהלים יכולים להציג משימות ידנית, להפעיל מחדש

ים ולהגדיר משתני סביבה - כל זאת דרך ממשך משתמש אינטואיטיבי-DAG פועלות שנכשלו, להשזהות. חיצוניים API ארכיטקטורה דומה יכולה להיות משודרגת עם אימוטות נתונים, התראות על מצב הביצוע, אינטגרציה עם הוספת משימות חדשות, שינוי הסדר שלhan, שילוב DAG-או מסדי נתונים. איירפלו מאפשר גמישות בהתאם להמשך DAG שרשראות - מה שהופך אותו לכלי יעיל לאוטומציה של תהליכי עיבוד נתונים מורכבים. כאשר מפעילים האינטרנט של איירפלו (נition לעקב אחרி מצב ביצוע המשימות. המערכת משתמשת בקוד

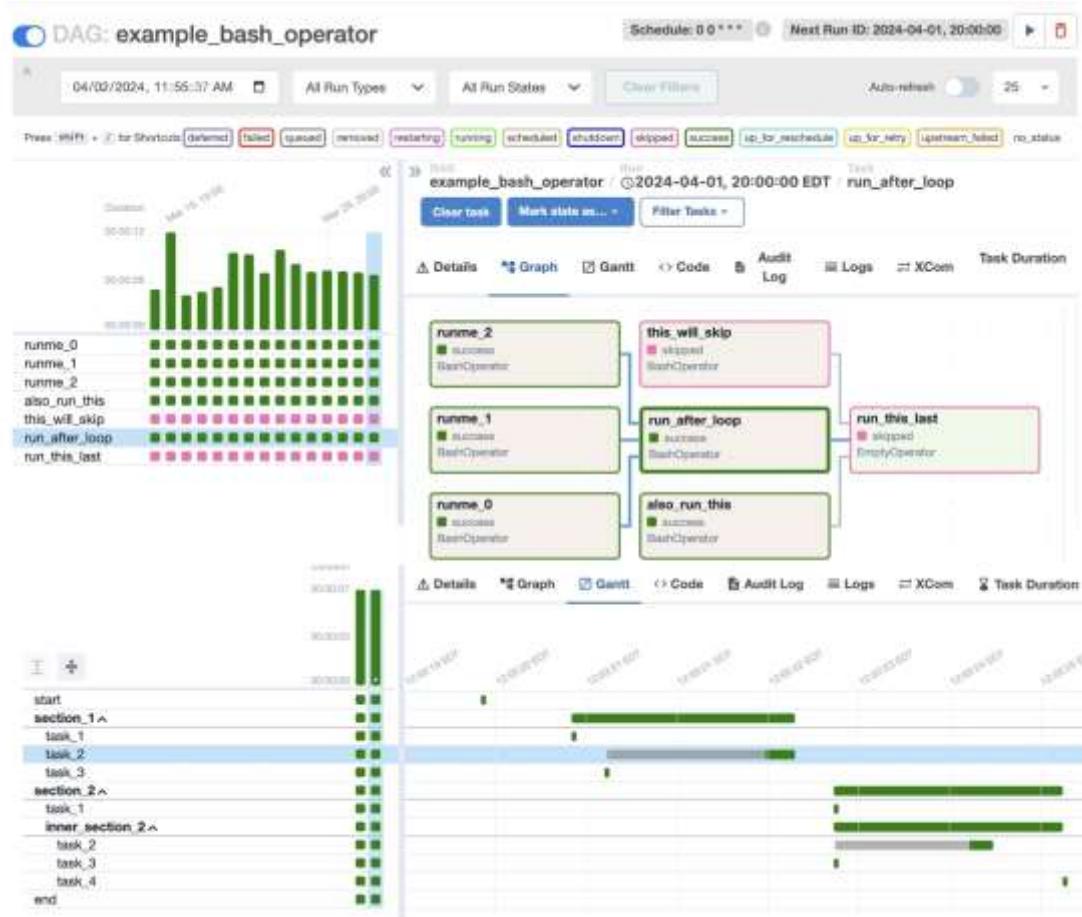
--:צבע

ירוק - המשימה הושלמה בהצלחה ■

צהוב - התהיליך מתבצע ■

אדום - שגיאה ביצוע המשימה ■

במקרה של תקלות (למשל, קובץ חסר או מבנה נתונים פגום) המערכת מפעילה אוטומטית שליחת התראה



מפשט באופן שימושי את האבחון של בעיות, אופטימיזציה של תהליכי עבודה מושתפת של **7.44 Apache Airflow** איירפלו צוותים על צינורות מורכבים לעיבוד נתונים.

נוה בכך שהוא אוטומט את המשימות השגרתיות, מה שמחזית את הצורך לבצע אותן. Apache Airflow ידנית. הוא מספק אמינות באמצעות ניטור ביצוע תהליכי והתראה מיידית על טענות. הagineות של המערכת מאפשרת להוסיף בקלות משימות חדשות או לשנות את הקיימות, תוך התאמת זרימות העבודה. לדרישות המשתנות.

הפתוח, קיימים כלים דומים לא/orקסטרציה של זרימות עבודה. לדוגמה, Prefect -בנוסף לApache Airflow, שפותה על ידי Python, Luigi, Spotify, מציע תחביר פשוט יותר ומשתלב טוב יותר עם Python (7.35) והanine. המציעים גישות Kronos-Dagster, מספק פונקציונליות דומה ועובד היטב עם נתונים גדולים. כמו כן, יש לצוין את מודרניות לייצור צינורות עם דגש על מודולריות וסקלאביליות. הבחירה בכלים א/orקסטרציה תלויה בצריכים -מורכבים לעיבוד נתונים ETL הספציפיים של הפרויקט, אך ככל מסיעים לאוטומט את תהליכי ראייה להזכיר בנפרד — פלטפורמה עם קוד פתוח, המיעדת לעיבוד ומסלול נתונים בזמן אמת Apache NiFi פלטפורמת מתמקדת בזמן אמת, בעיבוד נתונים בזמן NiFi, המתמקד בעיבוד אצווה ובניהול תלותים, Apache Airflow, Airflow-אמת. בנייתם לבניוגוד לאמת ובמסלול גמיש בין מערכות.

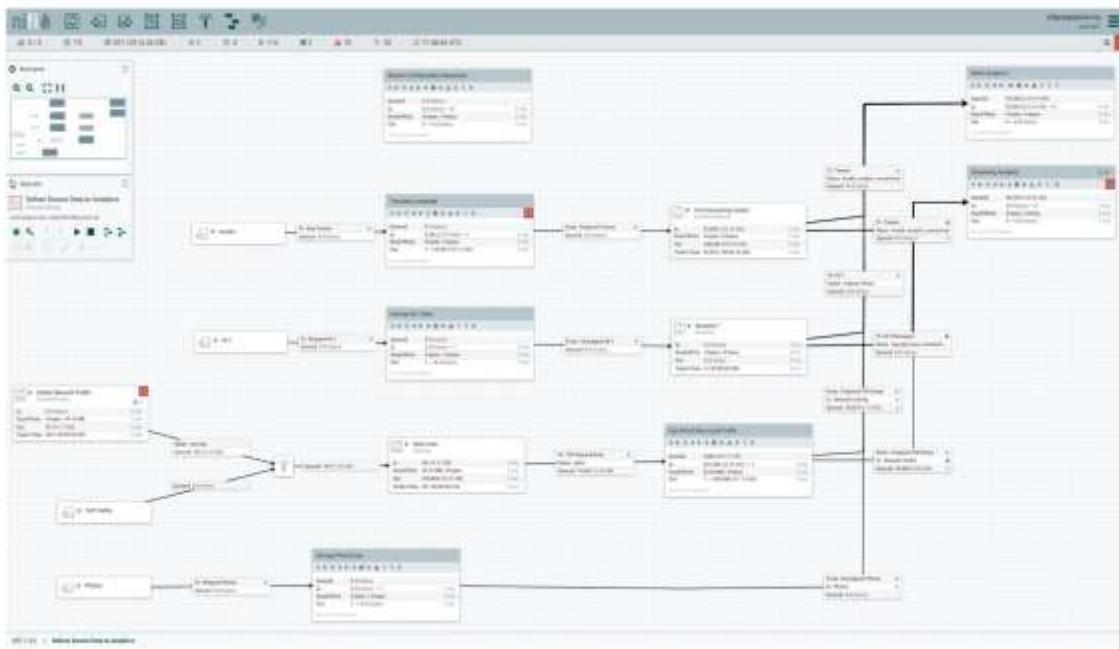
אפאצ'י נIFI למיפוי והמרת נתונים

היא פלטפורמה חזקה עם קוד פתוח, המיעדת לאוטומט את זרימת הנתונים בין מערכות שונות. היא Apache NiFi "Niagara Files" בשם (NSA) פותחה המקורי במקור בשנת 2006 על ידי סוכנות הביטחון הלאומי של ארצות הברית והפכה לחלק מהיוזמות שלהם שלם Apache Software, לצרכים פנימיים. בשנת 2014 הפרויקט נפתח והועבר לקרון להעברת טכנולוגיות.

העובד עם משימות אצווה ודורש, Apache NiFi-Airflow-מתוכנן לאיסוף, עיבוד והעברת נתונים בזמן אמת. בנייתם לבניוגוד לפועל במצב עיבוד רציף, המאפשר העברת נתונים ללא הפסקה בין שירותי שונים NiFi, לוחות זמן ברורים.

Apache NiFi, חישנים של אתרי בנייה, מערכות ניטור, ISO מתאים במיוחד לאינטגרציה עם מכשירי CAD ובוררים בזרימה על הרשת, שם עשוי להיות דרישת לתגובה מיידית לשינויים CAD ולמשל, לבדוק פורמטים נתונים.

אפשר לסתנדרטיזציה של נתונים (שלב העיבוד) (לפני העברתם NiFi, בזכות הכלים המובנים לסינון, עיבוד ומסלול טעינה (לאחסון או למערכות אנליטיות. אחד היתרונות המרכזיים שלו הוא התמיכה המובנית באבטחה ובקרת גישה, מה שהופך אותו לפתרון אמין לעיבוד מידע רגיש.



7.45 ייצוג גרפי של זרימת הנתונים בממתק **Apache NiFi**.

סוגר ביעילות את המשימות של העברת נתונים, סינון וمسلسل בזמן אמיתי. הוא מותאם במיוחד לתרחישים טכנולוגיים מורכבים, שבהם חשוב להעביר מידע בין מערכות עם קיבולת גבוהה. עם זאת, במקרים שבהם המטרה העיקרי היא אינטגרציה של שירותים מגוונים, אוטומציה של פעולות שגרתיות והגדלת מהירות של תהליכי העבודה ללא ידע עמוק בתחום, יש צורך בפתרונות עם סף כניסה נמוך וIMPLEMENTATION מקסימלית. אחד המוקדש באוטומציה עסקית ואורקסטרציה ויזואלית Low-Code/No-Code פלטפורמת - ch8 הכלים הללו הוא של תהליכי.

א/orקסטרציה של תהליכי ללא קוד, עם קוד נמוך ch8

לבניות תהליכי עבודה אוטומטיים, המובנתן Open Source Low-Code/No-Code היא פלטפורמת ch8. בפשטות השימוש שלה, גמישותה ואפשרות האינטגרציה המהירה עם מגוון רחב של שירותי חיצוניים.

הוא שיטה לייצור מוצריים דיגיטליים ללא כתיבת קוד. כל האלמנטים בתהליך - מהלוגיקה No-Code מיועדת למשתמשים ועד הממשק - מותבאים אך ורק באמצעות כלים ויזואליים. פלטפורמות ללא הכשרה טכנית ומאפשרות ליצור במהירות אוטומציות, טפסים, אינטגרציות וAPPLICATION אינטרנט דרך מסך Google Sheets דוגמה: משתמש מגדר שЛИחה אוטומטית של התראות או אינטגרציה עם גיריה ושהרור ללא ידע בתכנות.

מעניקה לחברות ETL Pipelines בתהליכי אוטומציה ובניות ch8, בזכות הקוד פתוח ואפשרות ההתקנה המקומית שליטה מלאה על הנתונים שלהן, מבטיחה אבטחה עצמאית מספקי שירותי ענן.

Apache Airflow -Python-המוקד במשימות היישוביות עם אורקסטראציה נוקשה ודורש ידע ב, מאפשר לבןיגוד לאפ' על פי שהמסק שלה (7.46). מספקת עורך ויזואלי המאפשר ליצור תסריטים ללא צורך בידע בשפות התכנות בתסריטים מורכבים יותר משתמשים יכולים להוסף, (No-Code) מאפשר ליצור תהליכי אוטומטיים ללא כתיבת קוד מושגים (Low-Code).-

הו גישה לפיתוח תוכנה, שבה הלוגיקה העיקרית של האפליקציה או התוך נוצרת Low-Code. באמצעות מסק גרפי ואלמנטים ויזואליים, והקוד התכנותי משמש רק להתקאה או הרחבת הפקציות מאפשרות להאיץ שימושות את פיתוח הפתרונות, תוך מעורבות לא רק של Low-Code פלטפורמות מתכניות אלא גם של משתמשים עסקיים עם מיומנויות טכניות בסיסיות. דוגמה: משתמש יכול להרכיב תוכניות או גם של משתמשים מחלקים מוכנים, ואם יש צורך, להוסיף סקריפט משלו ב JavaScript או Python.

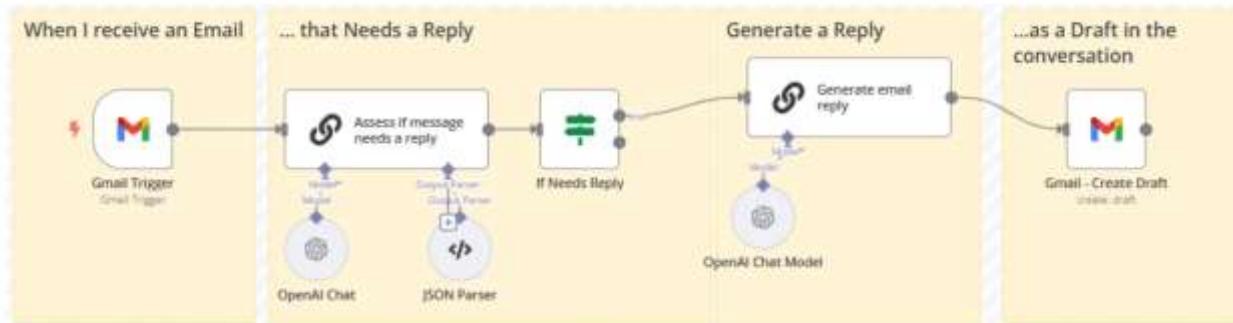
ממוקמת כפלטפורמה עם סף כניסה נמוך, לייצור תסריטים מורכבים מועילים ידע בסיסי בתכנות Ch8-אף על פי ש השימושת של המערכת מאפשרת להתאים אותה למגוון רחב API. הבנה של טכנולוגיות אינטרנט ומיומנויות עובדה עם ושירותי ענן IoT של שימושות - מאוטומציה של עיבוד נתונים ועד אינטגרציה עם מסנgridים, מכשירי

Ch8-תוכנות עיקריות ויתרונות השימוש ב:

- **קוד פתוח ואפשרות התקנה מקומית מספקים שליטה מלאה על הנתונים, עמידה בדרישות אבטחה ועכמאות מספקי שירותים ענן.**
 - **מסחר אלקטרוני, פלטפורמות ענן, מסנgridים CRM, ERP, אינטגרציה עם יותר מ-330 שירותים, כולל ומסדי נתונים.**
 - **לוגיקת קבלת API גמישות התסריטים: מהודעות פשוטות ועד שרשרות מורכבות עם עיבוד בקשנות AI. החולשות וחיבור לשירותי.**
 - **במקרה הצורך, משתמשים יכולים לשלב קוד מותאם אישית, מה JavaScript-וב Python-תמונה ב שמרחיב את אפשרויות האוטומציה.**
 - **מסק חזותי אינטואיטיבי: מאפשר להציג ולהזות במדויקות את כל שלבי התהליך**
- מספקות כלים לייצור פתרונות דיגיטליים עם מינימום קוד, מה שהופך אותן לאידיאליות Low-Code פלטפורמות מסווג עבור צוותים שאין להם מומחיות טכנית עמוקה, אך זמינים לאוטומציה של תהליכי יכול לשמש לאוטומציה של תהליכי שונים, כגון אינטגרציה עם מערכות ניהול פרויקטים, בדיקות Ch8, בתחום הבניה זרימה, כתיבת דוחות ומכתבים מוכנים, עדכון אוטומטי של נתונים מלאי חומרם, שליחת הודעות לצוותים על מצב אפשרות להפחית באופן משמעותי הפעולות הדינמיות, להפחית את Ch8-モתאם ב Pipeline. המשימות ועוד הסיכון לטיעות ולהאיץ את קבלת החלטות לביצוע פרויקטים

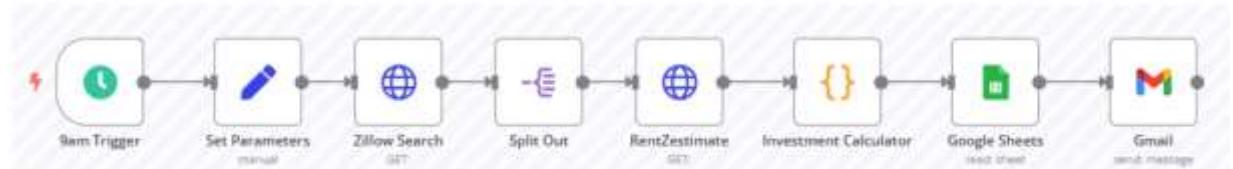
הזמינים באתר Ch8 מוכנים, חינמיים ופותחים של Pipeline ניתן לבחור אחד מתוך כמעט אלף כדי לאוטומט את תהליכי העבודה בתחום הבניה כמו גם שימושות אישיות, ובכך, <https://8n.io/workflows> להפחית פעולות שגרתיות.

אשר יוצרות אוטומטית טיוותות תשובות, ס.och8n המוכנות, הזמינות בחינם באתר Pipeline-ניקח אחד מתוך מתקנים ה-
-ועזרות למשתמשים שמקבלים כמוות גודלה של מיילים או מתקנים בנסיבות תשובות Gmail, -ב-
צורך טיוותות תשובות להודעות נכונות "מנחתת את ההודעות הנכונות בעזרת Gmail: -זו" מגיב אוטומטי בoch8n תבנית
HTML-וממירה את הטקסט ל ChatGPT קובעת את הצורך בתגובה, יוצרת טיוותה עם ChatGPT, ומושפה אותו לשרשרת ההודעות ב-
במקביל, המייל לא נשלח אוטומטית, מה שמאפשר לעורך ולאשר את Gmail-ו-מוסיפה אותו כ-10 דקות וכוללת קונפיגורציית
OpenAI ואינטגרציה עם Gmail API. הגדירה לוקחת כ-10 דקות וכוללת קונפיגורציית
בסיומו של דבר, מתאפשר פתרון נוח וחינמי לאוטומציה של תקשורת דוא"ל שגרתית מבלי לאבד שליטה על תוכן API.
המיילים.



och8n תהליך אוטומטי לייצירת תשובות על מיילים בעזרת 7.46 ריש.

אוטומציה של och8n של Pipeline. היפוש עסקאות משתלמות בשוק הנדלן – och8n דוגמה נוספת לאוטומציה עם
וסף מדי יום הצעות עדכניות העומדות", Zillow API, Google Sheets ו-Gmail, עסקאות יומיות בנדלן בעזרת
Zillow API. הוא מחשב אוטומטית מדדים השקעות מרכזים (Cash on Cash ROI, Monthly Cash Flow, Down Payment),
ושולח דוח סיכון בדוא"ל, מה Google Sheets מעדכן את Google Sheets ו-
-שאפשר למשקיעים לחסוך זמן ולהציג במדויק הוצאות הטבות ביותר.



תהליך אוטומטי להערכת האטרקטיביות השקעות נדלן 7.47 ריש.

הופכת לכלי יקר ערך עבור חברות השוואות לדיגיטליזציה ולהגברת התחרויות och8n, בזכות הsimplicity והרחבת של
שוק בעזרת כלים ייחודיים וחינמיים עם קוד פתוח.

יכולים להתפרש כשלואה רמות של עיבוד נתונים (אирו Apache NiFi, Airflowoch8n 7.48) (Airflow NiFi, Apache NiFi, Airflow כולם כמו
מתאים את ביצוע המשימות, מאחד את הנתונים בциינורות Airflow, מנהל את זרימת הנתונים, מבטיחה את הגעתם והמרתם
- אוטומט את האינטגרציה עם שירותים חיצוניים ומנהל את הלוגיקה העסיקית och8n עיבוד, בעוד



	The main task	Approach
Apache NiFi	Streaming and data transformation	Real-time stream processing
Apache Airflow	Task orchestration, ETL pipelines	Batch planning, DAG processes
n8n	Integration, automation of business logic	Low-code visual orchestration

7.48 אירור Apache Airflow, Apache NiFi ו-n8n

יחד, הכלים החינמיים והפתוחים הללו יכולים ליצור דוגמה לאקויסיטומה לעילו לניהול נתונים ותהליכים בתעשייה הבניתה, המאפשרת לחברות לנצל את המידע בזורה לעילו לקבלת החלטות ואוטומציה של תהליכי

צעדים נוספים: המעבר מפעולות ידניות לפתרונות מבוססי אנליזטיקה

חברות הבניתה המודרניות פועלות בתנאים של חוסר ודו-חות גבואה: שינויים מהירים בחומרים, עיכובי אספקה, חוסר בכוח מסייע לחברות להזות BI ומערכות ETL אדם ולהזות זמינים קפדיניים. השימוש בלוחות מהוונים אנליטיים, צינורות במחירות גבוהות, להעניק את הייעולות של המשאים ולהזות שינויים עד לפני שהם גורמים להפסדים מסוימים לסיכון חלק זה, כדאי להציג את הצעדים העיקריים העיקריים לשיפור ביצועם הטכנולוגיות הנדרשות במישומות היומיומיות שלכם:

ישמו ויזואלייזציה של נתונים ולוחות מהוונים אנליטיים

למדו את תהליך יצירה לוחות מהוונים למעקב אחר מדדי ביצוע מרכזיים (KPI)

השתמשו בכלים ויזואלייזציה נתונים שלכם (Power BI, Tableau, Matplotlib, Plotly)

ETL אוטומטו את עיבוד הנתונים באמצעות תהליכי

ETL באמצעות תהליכי (DOC, CAD, GIS, גלגולנות) הגדרו איסוף אוטומטי של נתונים מקורות שונים

ארגנו את המרת הנתונים (למשל, בדיקה באמצעות ביטויים רגולריים או חישוב (באמצעות סкриיפטים

-Python

תוקן FPDF, PDFDOC או PDF שבספריתDOC נסו להגדיר יצירה אוטומטית של דוחות בפורמט

אחרים PDF או חילוץ מידע מסמכים Excel שימוש נתונים מקבצי

לאוטומציה (LLM) השתמשו במודלים לשוניים

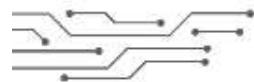
ליצירת קוד שישיע בחילוץ וניתוח נתונים ממסמכים לא (LLM) השתמשו במודלים לשוניים גדולים

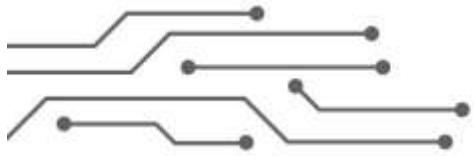
מבנים

- ולמדו תבניות ומקרים מוכנים באתר שלהם. קבעו אילו תהליכי ch8ח הכירו את כלי האוטומציה No-Code/Low-Code בעבודתכם ניתן לאוטומט לحلותן באמצעות גישה

הגישה האנגליתית לנוטונים ואוטומציה של תהליכי לא רק מקצת את הזמן על פעולות שגרתיות, אלא גם משפרת את מקובלות את האפשרות להציג ETL אינטראקטיבית המתקבלות. חברות המישימות כלים לניטוח חזותי וצינוריות במהירות לשינויים.

היא רק הצעד הראשון לקראת בשנות NiFi, Airflow, n8n אווטומציה של תהליכי עסקים באמצעות כלים כמו דיגיטלית. השלב הבא הוא אחסון אינטלי וניהול של הנוטונים עצם, אשר מהווים את הבסיס לאוטומציה. בחלק השני נבחן כיצד חברות בנייה יכולות לבנות ארכיטקטורת אחסון נתונים יציבה, תוך מעבר מהכאוס של מסמכים וקובציים בפורמטים שונים לאחסונים מרכזיים ופלטפורמות אונליין.





III חלק אחסון וניהול נתונים בבנייה

החלק השמיני בו חונן טכנולוגיות מודרניות לאחסון וניהול נתונים בתעשייה הבנייה. כאן ניתוחים CSV-XLSX-ו CSV פורמטים ייעילים לעובזה עם כמות גזולהות של מידע - מפורטים פשוטים כמו עם השוואת מפורטת של ORC-ו Apache Parquet ועד פורמטים ייעילים יותר כמו (Data Lakes) אגני נתונים (DWH) (Data Lakes) יכולותיהם ומגבളותיהם. גדרונות מושגי נתונים (Data Lakehouse), ופתרונות היברידיים שלהם (Data Governance) כמו גם עקרונות ניהול הנתונים (Data Minimalism) ומינימליזם בעבודה עם מידע (Data Swamp) גדרונות בעיות "ביצה". מוצגים גישות חדשות (DataOps) לארגן Bounding Box. אסטרטגיות למניעת כאוס במערכות מידע. מושגים איסטרטגיים לארגן VectorOps-ו DataOps בחלוקת זה גדרונות גם מתודולוגיות.

תהליכי עבודה עם נתונים.

פרק 8.1. תשתיות נתונים: מפורמטי אחסון ועד אחסנים דיגיטליים

אוטומי נתונים: יסוד לניהול מידע יעיל

כל מה שיש בקיים מרכיב מיחידות הבניין הקטנות ביותר - אוטומים ומולקולות, ובוסף של דבר כל מה שהוא ודומם חוזר בהכרה למצוב זה. בתהליק זה מתרכש בטבע במהירות מדהימה, שאנו מנסים להעביר לתהליכי המנוחלים על ידי בני אדם.

בייר, כל הארגניזמים החיים הופכים עם הזמן לחומר מזין, שמשרת לבסיס לצמחים חדשים. צמחים אלה בתורם, הופכים למזון ליוצרים חיים חדשים, המורכבים מאותם אוטומים שייצרו את היקום לפני מיליון שנים.

בעולם העסקיים, חשוב גם לפרק מבנים מורכבים ורב-שבכתיים ליחidot הבסיסיות ביותר, המינימליות לעיבוד - בדומה לאוטומים ומולקולות בטבע. זה מאפשר לאחסן ולנהל את אוטומי הנתונים ביעילות, והופך אותם לבסיס עשיר ופורח שספק משאכ מרכדי לצמיחה אנדיתית ואיכות קבלת החלטות.



ניתוח וקבלת החלטות מtabסים על נתונים שניים לעשוות בהם שימוש חוזר, אשר פעם עובדו ונשמרו 8.11. ריס.

יצירות מזיקליות מורכבות מהתוים, אשר מחוברים יחד ויוצרים יצירות מזיקליות מורכבות, בעוד שAMILIM נוצרות מיחידה פרימיטיבית - אותן-צלייל. בין אם מדובר בטבע, מדע, כלכלה, אמנות או טכנולוגיה, העולם מציג אהדות והרמונייה מדהימות במאציו להרישה, מבנה, מהזריות ויצירה. באותו אופן, תהליכי מערכות היישוב עלויות מתפרקים ליחיות מובנות קטנות - פריטי משאבים - ברמת החישובים והולחות הזמינים. לאחר מכן, ייחדות אלו, כמו תווים, משמשות ליצור חישובים ולוחות זמינים מורכבים יותר. באותו עיקנון פועלות מערכות תכנון ממוחשבות, שהן פרויקטים ארכיטקטוניים

והנדסיים מורכבים נבנים ממרכיבים בסיסיים - רכיבים נפרדים ורכיבי ספרייה, מהם נוצרת מודל תלת-ממדי מלא של פרויקט בניין או מבנה מורכב.

המושג של מחזוריות ומבניות, המאפיין את הטבע והמדוע, משתקף גם בעולם הנתונים המודרני. כמו בטבע כל היוצרים החיים חוזרים לאוטומים ולמולקולות, כך גם בעולם הכלים המודרניים לעיבוד נתונים, המידע שואף לעבור לצורתו הפרימיטיבית ביותר.

המרכיבים הקטנים ביחסם הם אבני הבניין הבסיסיות של תהליכי העסקים. חשוב מההתחלת לתוכנן בקפידה כיצד לאסוף, לבננה (לפרק לאוטומים) את אבני הבניין הקטנות הללו ממוקורות שונות. בעת זאת, ארגון ו אחסון הנתונים אינם רק עניין של פירוקם לרכיבים. לא פחות חשוב להבטיח את האינטגרציה והאחסון המובנה שלהם, כך שנitinן יהיה ביכולת לשולף, לנתח ולהשתמש בתוניהם בכל עת שיידרש לו zonder קבלת החלטות.

לצורך עיבוד מידע יעיל, יש לבחור בקפידה את הפורמט ושיטות האחסון - בדומה לכך שהאדמה צריכה להיות מוכנה לצמיחה עצים. מחשני הנתונים צריכים להיות מאורגנים כך שיבתו איזות גובהה וROLONGINTOT של המידע תוך כדי הוצאה נתונים מיוחדים או לא רלוונטיים. ככל שה"אדמה המידע" הזה תהיה מובנית יותר, כך המשתמשים יוכלו למצוא את הנתונים הנדרשים מהר יותר ובדוק רב יותר ולפטור בעיות אנליזיות.

מادر מידע: קבצים או נתונים

מחסני הנתונים מאפשרים לחברות לאסוף ולשלב מידע מערכות שונות, וליצור מרכז אחד לנתחה עתידי. הנתונים ההיסטוריים שנאספים מאפשרים לא רק לנתח את התהליכים לעומק, אלא גם לחושף תבניות שעשויה להשפיע על הייעילות של העסק.

גנich שחברה מנהלת מספר פרויקטים במקביל. מהנדס רוצה להבין כמה בטון כבר הוזמן וכמה עוד יש לרכוש. בגישה המסורתית, עליו לחפש ידנית בשורת ולפתח מסטר טבלאות אומדן, להשוות אותן עם דוחות ביצוע ולבדק את המלאי: וסקרייפטים אוטומטיים, המשימה נשארת חצי ידנית ETL הנוכחי. זה לוקח שעות, ולעתים ימים. אפילו עם תהליכי מהנדס עדין צריך לציין ידנית את הנתיק בתקינות או לקבצים ספציפיים בשורת. זה מפחית את האפקט הכללי של האוטומציה, מכיוון שהוא ממשיך לגזול זמן עבודה יקר.

כאשר עובדים לניהול נתונים במקום בעודה עם מערכת הקבצים של הרשות, מהנדס מקבל גישה למבנה אחסון אחדאפשרת לקבל - LLM או אפילו פניה לסוכן SQL שבו המידע מתעדכן בזמן אמיתי. בקשה אחת - בצתרת קוד, שאילתת מיד נתונים מדויקים על המלאי הנוכחי, כמוות העבודה שboveצעו והספקות הצפויות, אם הנתונים הוכנו מראש ואוחדו. במבנה של מהסן נתונים, שבו אין צורך לנוד בתקינות, לפתח عشرות קבצים ולהשווות ערכיהם ידנית.

Excel ומאות ואלפי גיליונות DWG, RVT מודלים PDF במשך זמן רב, חברות בנייה השתמשו במסמכים ופורמלטים מפוזרים אחרים, אשר נשמרים בתיקיות מסוימת על הרשותים של החברה, מה שהקשה על חיפוש המידע בדיקתו וניתוחו. כתוצאה לכך, הקבצים שנותרו לאחר סיום הפרויקטם, לרבות מועבריםazonה לשרת לתקינות אחסון ארכיביות, אשר כמעט ואין בשימוש בהמשך. אחסון נתונים מסורתי כזה, עם עליית זרם הנתונים, מאבד את הרלוונטיות שלו, בשל פגיעתו לטעויות הנגרמות על ידי גורם אנושי.

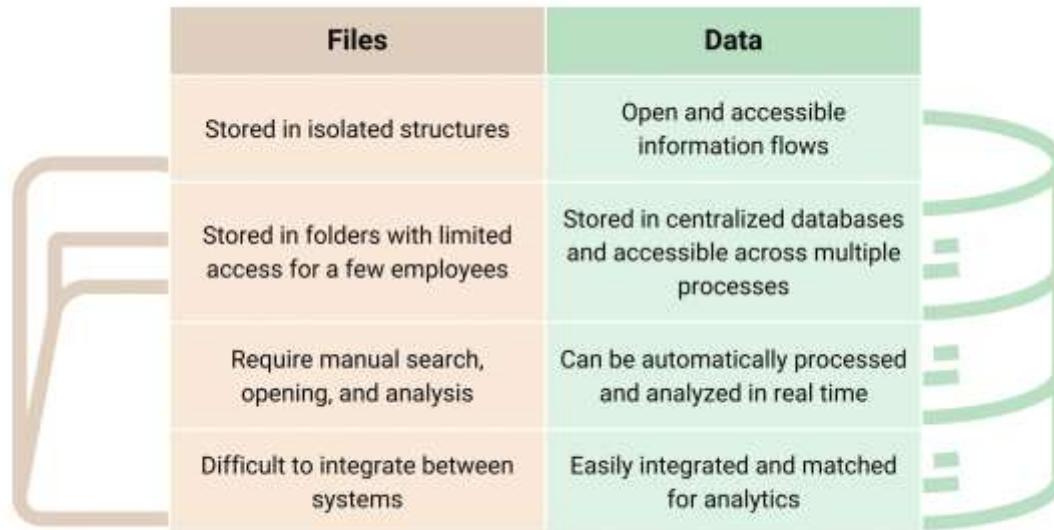
קובץ הוא בסך הכל מיל' מבודד שבו נשמרים נתונים. קבצים נוצרו עבור אנשים, ולא עבור מערכות או PDF מסך Excel, ולכן הם דורשים פתיחה ידנית, קריאה ופרשנות. דוגמה לכך יכולה להיות גיליון שציריך לפתוח בכלבי מסוים כדי לגשת למידע הנדרש. ללא חילוץ וניתוח מובנים, המידע CAD שרטוט שבו נשאר לא מנוצל.

נתונים, לעומת זאת, הם מידע שנייתן לקורוא על ידי מכונה, הקשור, מעודכן וניתוח אוטומטית. במחסן המידע מוצג بصورة של טבלאות, רשומות (Data Lake) או DWH, כגון מסד נתונים נתונים אחדים וקשרים. זה מאפשר אחסון אחד, ביצוע שאלות אוטומטיות, ניתוח נתונים ובניית דוחות בזמן אמת.

אפשר להפוך את תהליך החיפוש הידני ולמקד את תהליכי העבודה (8.11 איור) השימוש בנתונים במקום קבצים חברות שכבר מאמצות גישה כזו מקבלות יתרון תחרותי בזכות מהירות הגישה למידע ואפשרות האינטגרציה המהירה שלו בתחום העסקי.

המעבר שימוש בקבצים נתונים הוא שינוי בלתי נמנע, שיגדר את עתיד תעשיית הבניה

כל חברה בתעשייה הבניה מתמודד עם בחירה מרכזית: להמשיך לאחסן מידע בקבצים מפורטים ובסילואים, שציריכים להיקרא על ידי אנשים בעזרת תוכנות מיוודאות, או להמיר אותו בשלבים הראשונים של העבודה לנתונים מובנים, וליצור בסיס דיגיטלי אינטגרטיבי לניהול אוטומטי של פרויקטים.



Files	Data
Stored in isolated structures	Open and accessible information flows
Stored in folders with limited access for a few employees	Stored in centralized databases and accessible across multiple processes
Require manual search, opening, and analysis	Can be automatically processed and analyzed in real time
Difficult to integrate between systems	Easily integrated and matched for analytics

- אבולוציה של זרימת המידע: מקבצים מבודדים לנתונים אינטגרטיביים 8.11 איור

בתנאים של גידול מהיר בנפח המידע, שיטות האחסון והשימוש המסורתית של קבצים הופכת לפחות ופחות יעילה בתחום הבניה, כמו בתחום אחרים, כבר לא מספיק להסתמך על תיקיות מפוזרת עם קבצים בפורמטים שונים או מסדי נתונים שאינם קשורים זה לזה.

חברות השואפות לשמר על תחרותיותם בעידן הדיגיטלי, ייאלצו לעبور לפלטפורמות דיגיטליות אינטגרטיביות, להשתמש

בטכנולוגיות נתונים גדולים ובמערכות נתוחה אוטומטיות

המעבר מאחסון קבצים לעובדה עם נתונים ידרוש חשיבה מחדש על הגישות לניהול מידע ובחירה מודעת של פורמטים המתאימים לאינטגרציה עתידית במאגרים מרכזיים. הבחירה זוו משפיעה על כמה ביעילות הנתונים יטופלו, כמו מהר יותר לוגש אליהם וכמה קל יהיה לשלבם בתהליכיים דיגיטליים של החברה.

אחסון נתונים גדולים: ניתוח פורטטים פופולריים ויעילותם

פורטט האחסון משחקים תפקיך מרכזי בהבטחת הרחבת אמינות וביצועים של תשתיית האנליטיקה. לצורך ניתוח מבנה פופולרי - Pandas DataFrame-ויעבוד נתונים - כמו סינון, קיבוץ ואגרציה - בדוגמאות שלנו השתמשנו בעובדה עם נתונים בזיכרון.

אין פורטט אחסון שלו, ולכן לאחר סיום העיבוד הנתונים מוצאים לאחד Pandas DataFrame-עם זאת, לפורטטים טבלאים אלו נוחים להחלפה ותואמים לרוב המערכות CSV או XLSX או מהפורטטים החיצוניים - לרוב היצירות, אך יש להם מספר מוגבלות: יעילות אחסון נמוכה, חוסר דחיסה ותמייה חלשה בgresות.

(ערכים מופרדים בפסיקום): (פורטט טקסט פשוט, נתמך באופן רחוב על ידי פלטפורמות וכליים שונים CSV הוא פשוט לשימוש, אך אינו תומך בסוגי נתונים מורכבים ובדחיסה.

התומך בפונקציות Microsoft Excel (Excel Open XML Spreadsheet): (פורטט קבצי XLSX (Excel Open XML Spreadsheet) מותאם לעיבוד נתונים בקנה מידה גדול מרכיבות כמו נוסחים, תרשימים ועיצוב. למורת שהוא נוח לנתח ידני ולוייזואליזציה של נתונים, הוא אינו

- כל אחד מהם בעל יתרונות ייחודיים בהתאם לדרישות הספציפיות לאחסון וניתוח נתונים 8.12),-

פורטט קבצים לאחסון נתונים בעמודות, מותאם לשימוש במערכות נתוחה נתונים. הוא Apache Parquet: מציע תוכנות דחיסה וקידוד יעילות, מה שהופך אותו לאידיאלי עבור מבני נתונים מורכבים ויעבוד נתונים גדולים.

Apache ORC (Optimized Row Columnar - Parquet, מספק דחיסה גבוהה ואחסון נתונים יעיל. הוא מותאם לפעולות קריאה כבדות ומתאים היבר לאחסון אגני נתונים.

אינו כל כך יעיל מבחינה אחסון נתונים JSON (JavaScript Object Notation): הוא מאוד נגיש ופשוט לשימוש, מה שהופך אותו Parquet או ORC או בשווה לפורטטים ביןאריים כמו לאידיאלי לתרחישים שבהם קריאות ועמידות עם טכנולוגיות אינטרנט חשובות.

פורטט אחסון ביןארי קל, מהיר ופשוט לשימוש, המוקד אנגלטיקה. הוא נועד להעברת נתונים Feather: מה שהופך אותו לבחירה מצוינת עבור פרויקטים שבהם מעורבות Python (Pandas) ו-R-ל (Python בצורה יעה בין הסביבות התוכניות הללו.

(פורטט נתונים היררכי גרסה 5): מיועד לאחסון וארגון כמויות גדולות של נתונים. הוא תומך במגוון HDF5 פופולרי במיוחד בחישובים HDF5. רחוב של סוג נתונים ומעוללה לעובדה עם אוסףים מורכבים של נתונים מדיעים בזכות יכולתו לאחסן ולגשת ביעילות לסטים גדולים של נתונים.

		XLSX	CSV	Apache Parquet	HDF5	Pandas DataFrame
	Storage	Tabular	Tabular	Columnar	Hierarchical	Tabular
	Usage	Office tasks, data presentation	Simple data exchange	Big data, analytics	Scientific data, large volumes	Data analysis, manipulation
	Compression	Built-in	None	High	Built-in	None (in-memory)
	Performance	Low	Medium	High	High	High (memory dependent)
	Complexity	High (formatting, styles)	Low	Medium	Medium	Low
	Data Type Support	Limited	Very limited	Extended	Extended	Extended
	Scalability	Low	Low	High	High	Medium (memory limited)

השוואת פורטט נתונים עם ציון הבדלים העיקריים בהיבטים של אחסון ועיבוד **8.12 אייר.**

הוכנה טבלה הממחישה את גדייל ETL-לצורך ביצוע ניתוח השוואתי של הפורטטם המיוושמים בשלב הנקבצים ואת זמני הקריאה שלהם (אייר 8.13). (במסגרת המחקר נעשה שימוש בקבצים עם נתונים זהים: הטבלה כוללת שורות ו-10 עמודות, מלאות בערכים אקראיים 10,000).

כמו גם את הגרסאות המכוצחות שלהם, CSV, Parquet, XLSX-HDF5-ו-Pandas DataFrame. במחקר כללו את פורטט האחסון הבאים: NumPy והוצגו במבנה של הנתונים המקוריים נוצרו באמצעות ספרייה ZIP. בארכינוי: **תהליך הבדיקה כלל את השלבים הבאים:**

כל אחד CSV, Parquet, XLSX-HDF5.: שמירת קבצים: הדטה פריים נשמר בארכוי פורטטם שונים. פורטט בעל תכונות ייחודיות בדרך האחסון של הנתונים, המשפיעות על גודל הקובץ ומהירות הקריאה שלו.

ZIP. לצורך ניתוח הייעילות של הדחיסה הסטנדרטית, כל קובץ דחוס נוסף בארכוי ZIP-דחיסת קבצים ב

זה אפשרי. ZIP-זמן הקריאה נמדד עבור כל קובץ לאחר פריקטו מ (ETL – Load) קריאת קבצים להעניק את מהירות הגישה לנתונים לאחר הוצאתם מהארכוי.

לא שימוש ישירות בניתוח הגדלים או זמני הקריאה, שכן הוא אינו מהו פורטט重要.重要. pandas DataFrame חשוב לציין כי אחסון עצמאי. הוא שימוש רק כמבנה נתונים ליצור ושמירה של הנתונים בפורטטם שונים.



איור 8.13 השוואת פורטט אחסון נתונים לפי גודל ומהירות קרייה.

מדגימים (אייר 8.13) יעילות גבואה בדחיסה, מפחיתים באופן משמעותי את גודלם כאשר הם CSV ו-HDF5 קבצי XLSX מה שיכול להיות מועיל במיוחד בהרHIGH-LOW דרישות אופטימיזציה של האחסון. קבצי ZIP-נארזים בשאר דומה למקורו, מה שהופך אותם לפחות משלימים לשימוש ZIP- זאת, כמעט שאין ניתנים לדחיסה, וגודלם בגבואה XLSX בנסיבות גדולים של נתונים או בתנאים שבמהירות הגישה לנ נתונים חשובה. בנוסף, זמן הקריאה עבור משמעותית בהשוואה לפורטטים אחרים, מה שהופך אותו לפחות מועדף עבור פעולות קרייה מהירות של נתונים בזכות המבנה הקולוני של, הראה ייעילות גבואה עבור משימות אנליטיות ונפחים גדולים של Apache Parquet.

-נתונים

אופטימיזציה של אחסון נתונים עם Apache Parquet

פורטט זה פותח במיוחד לאחסון Apache Parquet אחד הפורטטים הפופולריים לאחסון ועיבוד נתונים גדולים הוא מה שמאפשר לצמצם באופן משמעותי את נפח האחסון ולהגבר את מהירות הבקשות, (Pandas-בדומה ל) קולוני תומך בדחיסה מבנית ומואפיין בעובודה עם CSV-XLSX, Parquet האנליטיות. בኒיגוד לפורטטים המסורתיים, כמו ואחסון בענן Spark, Hadoop מערכות עיבוד נתונים גדולים, כולל

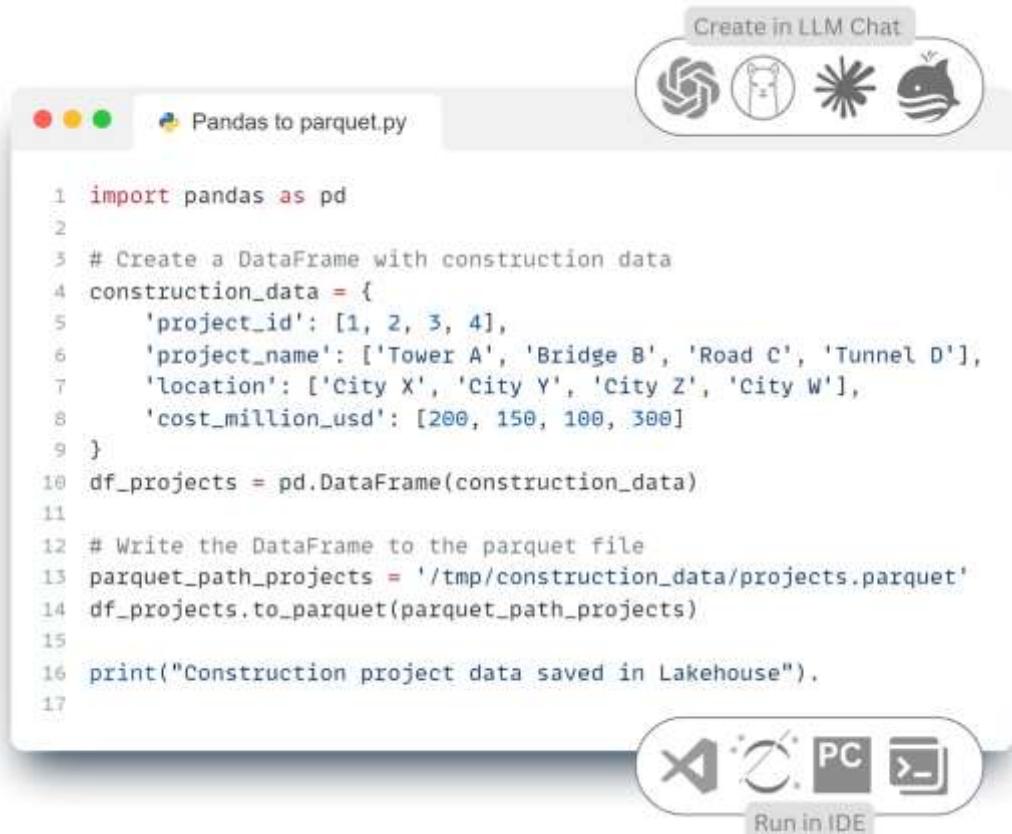
כוללות תמייה בדחיסה ובקידוד נתונים, מה שמחזק את Parquet תוכנות מרכזיות של גודל האחסון ומיציאת פועלות הקריאה של הנתונים על ידי עבודה ישירה עם העמודות הנדרשות, ולא עם כל השורות של הנתונים.

ל-LLM-נשימוש ב-Apache Parquet, לדוגמה מוחשית כיצד ניתן בקלות להשיג את הקוד הנדרש להמרת נתונים ל-

LLM (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, Qwen):

כתוב קוד לשימרת נתונים מ-Pandas DataFrame ל-Apache Parquet. ↵

LLM: ?



The screenshot shows a user interface for generating code. At the top, there's a button labeled "Create in LLM Chat" and a row of icons for different AI models. Below that is a title bar with three dots and a file icon, followed by the text "Pandas to parquet.py". The main area contains the following Python code:

```

1 import pandas as pd
2
3 # Create a DataFrame with construction data
4 construction_data = {
5     'project_id': [1, 2, 3, 4],
6     'project_name': ['Tower A', 'Bridge B', 'Road C', 'Tunnel D'],
7     'location': ['City X', 'City Y', 'City Z', 'City W'],
8     'cost_million_usd': [200, 150, 100, 300]
9 }
10 df_projects = pd.DataFrame(construction_data)
11
12 # Write the DataFrame to the parquet file
13 parquet_path_projects = '/tmp/construction_data/projects.parquet'
14 df_projects.to_parquet(parquet_path_projects)
15
16 print("Construction project data saved in Lakehouse").
17

```

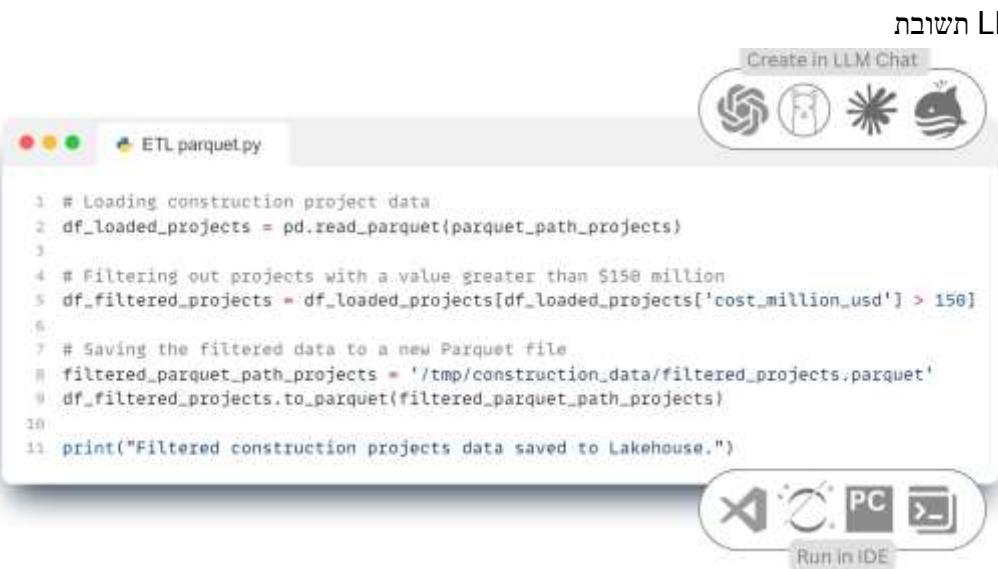
At the bottom right, there are icons for running the code in an IDE, a terminal, or a browser, with a "Run in IDE" button below them.

באמצעות מספר שורות **8.14 אירור** העברת נתונים מדאטה פריים מהזיכרון למבנה אחסון יעל עbor.

כדי לסנן פרויקטים לפי ערך מסוים של Parquet עם נתונים שנשמרו בפורמט ETL-דוגמה הבאה: נמודל את תהליך ה-**8.14 אירור** "cost_million_usd" (8.14).-

LLM-בהתאם השיחה, שלח בקשה טקסטואלית ל-

כתוב קוד שבו אנו רוצחים לסנן את הנתונים בטבלה ולשמור רק את הפרויקטים (שורות הטבלה) עליה על 150 (cost_million_usd) פרמטר (העלות שלהם מנתוני Apache Parquet, ↪ מילון דולר)



```

1 # Loading construction project data
2 df_loaded_projects = pd.read_parquet(parquet_path_projects)
3
4 # Filtering out projects with a value greater than $150 million
5 df_filtered_projects = df_loaded_projects[df_loaded_projects['cost_million_usd'] > 150]
6
7 # Saving the filtered data to a new Parquet file
8 filtered_parquet_path_projects = '/tmp/construction_data/filtered_projects.parquet'
9 df_filtered_projects.to_parquet(filtered_parquet_path_projects)
10
11 print("Filtered construction projects data saved to Lakehouse.")

```

Run in IDE

נראה כמו עם פורמטים מובנים אחרים איזור 8.15 תחולך בעבודה עם נתונים בפורט Apache Parquet.

mphitch באופן משמעותי את נפה המידע המאחסן ומיצ' (וכו XLSX, CSV-בהתואה לו) השימוש בפורט משתלב עם מערכות עיבוד Parquet. את פעולות החישוב. בזכות זה הוא מתאים מאוד גם לאחסון וגם לניתוח נתונים שונים, ומספק גישה ישרה לארQUITקטורות היברידיות.

עם זאת, פורט אחסון ייעיל הוא רק אחד מהמרכיבים של עבודה מלאה עם נתונים. כדי ליצור סביבה עמידה ומודרגת הן מספקות DWH (Data Warehouse). הנדרשת ארQUITקטורה מנוהלת היטב. תפקיד זה ממלאות מערכות מסווג ואלגוריתמים BI ארגזיה של נתונים מקורות שונים, שקייפות בתהליכי העסקים ואפשרות לניתוח כולל באמצעות כל שיל למידת מכונה.

מחסן נתונים: DWH

モתאם לאינטגרציה DWH-מותאם לאחסון ייעיל של כמותות גדולות של מידע, דוגמא לכך, כמו שפורט מוגנה של נתונים במטרה לתמוך בניתוח, חיזוי וקבלת החלטות ניהול.

רישום השבונאי CRM, מערכות ERP, CAFM, CPM, נתונים מגיעים מקורות רבים ומגוונים ופתרונות נוספים. כדי לקבל תמונה כוללת, לא מספק פשוט IoT של מבנים, חישני CAD ומלאי, מודלים דיגיטליים, מערכת אחסון מרכזית - DWH-לאוסף נתונים - יש לארגן, לסתנדרטיזציה ולרכזם באחסון אחד. תפקיד זה מלאה המאפשרת לאgregט מידע מקורות שונים, לבנייה אותו ולהפוך אותו לזמן לניתוח וניהול אסטרטגי.

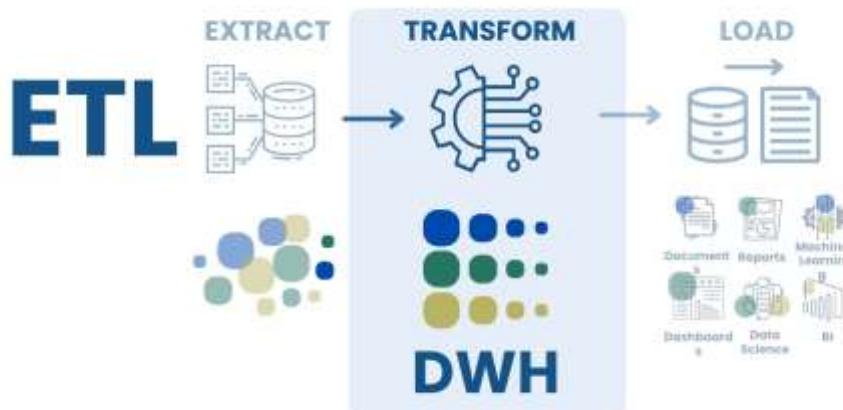
DWH (Data Warehouse) (Data Warehouse) – זו מערכת אחסון נתונים מרכזית, המאגדת מידע מקורות רבים - מסדרת אותו ומאפשרת גישה לנתחה ודויה.

DWH-בחברות רבות, נתונים מפוזרים במערכות שונות, אשר דנו בהן בחלקים הראשונים של הספר (איור 1.24). (ה) זו מסד נתונים מיוחד (מסד - DWH) אחד את המקורות הללו, ומספק שיקיפות מלאה ואמינות של המידע. מהسن הנתונים - נתונים גדולים, המאגד, מעבד ושומר נתונים מקורות רבים. תכונות עיקריות של ה-

■, חילוץ נתונים מקורות, ניקוי, טרנספורמציה - ETL (Extract, Transform, Load) שימוש בתהליכי טעינה לאחסון ואוטומציה של תהליכיים אלו, עליהם דיברנו בחלק השביעי של הספר.

■ יכולם להישמר הן כזורה מצטברת (דווחות מסכמים (הן כזורה H-DWH-גרנולריות הנתונים – נתונים בחלוקת לדבר על נתונים גרנולריים, מה שעשו CAD מפורטת (נתונים גולמיים. (החל משנת 2024, ספקי להיעיד על הכנה של התעשיה למעבר לשימוש במחסני נתונים ייעודיים בענן לעובדה עם נתונים מודלים דיגיטליים של בניינים.

■ ולמידת מכונה Big Data ניתוח, BI תמיכה בנתחה וחיזוי – מהSENS נתונים מספקים בסיס לכלי המשמש כבסיס לניתוח עסקית, מאפשר לנתח מידע ביצוע מרכזים, לחזות מכירות, רכישות והוצאות, כמו גם DWH – לאוטומט את הדיווח והויזואלייזציה של הנתונים.



יכל לשמש כמחסן מרכזי, שבו הנתונים, שהופקו מערכות שונות, עוברים שלבי ETL DWH דיאגרמה 8.16 בתהליך טרנספורמציה וטעינה.

משחק תפקידים מרכזי באינטגרציה, ניקוי ומבנה של מידע, יוצר בסיס חזק לנתחה עסקית ולהלכלי קבלת החלטות DWH. עם זאת, בתנאים המודרניים, כאשר כמויות הנתונים הולכות וגדלות ומקוריהם נעשים מגוונים יותר, הגישה המסורתית ואגם נתונים ELT לעיתים קרובות דורשת הרחבה בצורה גישה DWH-לאחסון מידע ב-

מניקוי מסורתי לעיבוד גמיש: ETL-ל-ETL אגם נתונים - אבולוציה של

קלאסיים, המיועדים לאחסון נתונים מבנים בפורמט, המותאם לבקשת ניתוח, מתמודדים עם מגבלות DWH מהSENS

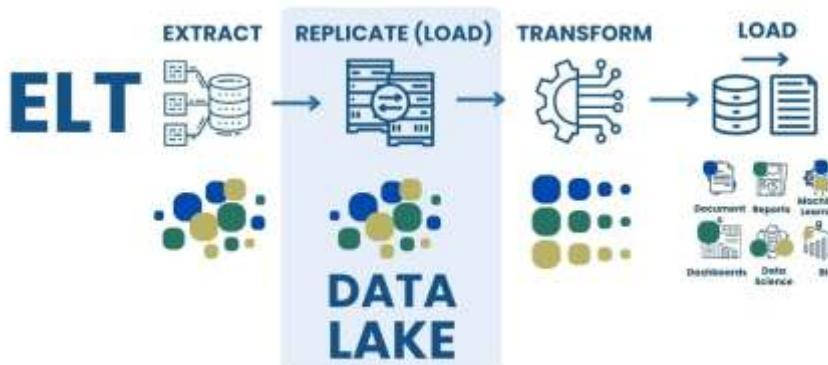
המציעים (Data Lakes), בעובדה עם נתונים לא מבנים וביכולת ההתרחבות. בתגובה לביעות אלו, הופיעו אגמי נתונים אחסון גמיש של כמותות גדולות של נתונים הטרוגניים.

המאפשרת עובדה עם נתונים לא מבנים, חצי מבנים ונתונים, DWH-אגם נתונים מציע גישה חלופית לגולמיים ללא תבנית קשיה מראש. שיטה זו לאחסן נתונים רלוונטיים לעיבוד נתונים בזמן אמיתי, למידת הממין ומאנדר נתונים לפני התעינה, אגם נתונים מאפשר לשמר, DWH-מכונה וניתוח מתקדם. בנייתו את המידע במקורו, ובכך מספק גמישות ויכולת התרבות.

ועניין ב"נתונים גדולים" הביאו להופעת אגמי נתונים, שבהם (RDBMS, DWH) אכזבה מהשוני הנתונים המסורתיים מורכב, הנתונים פשוט נתונים לאחסן חלש-מבנה, ועיבודם מתבצע בשלב הניתוח ETL במקום.

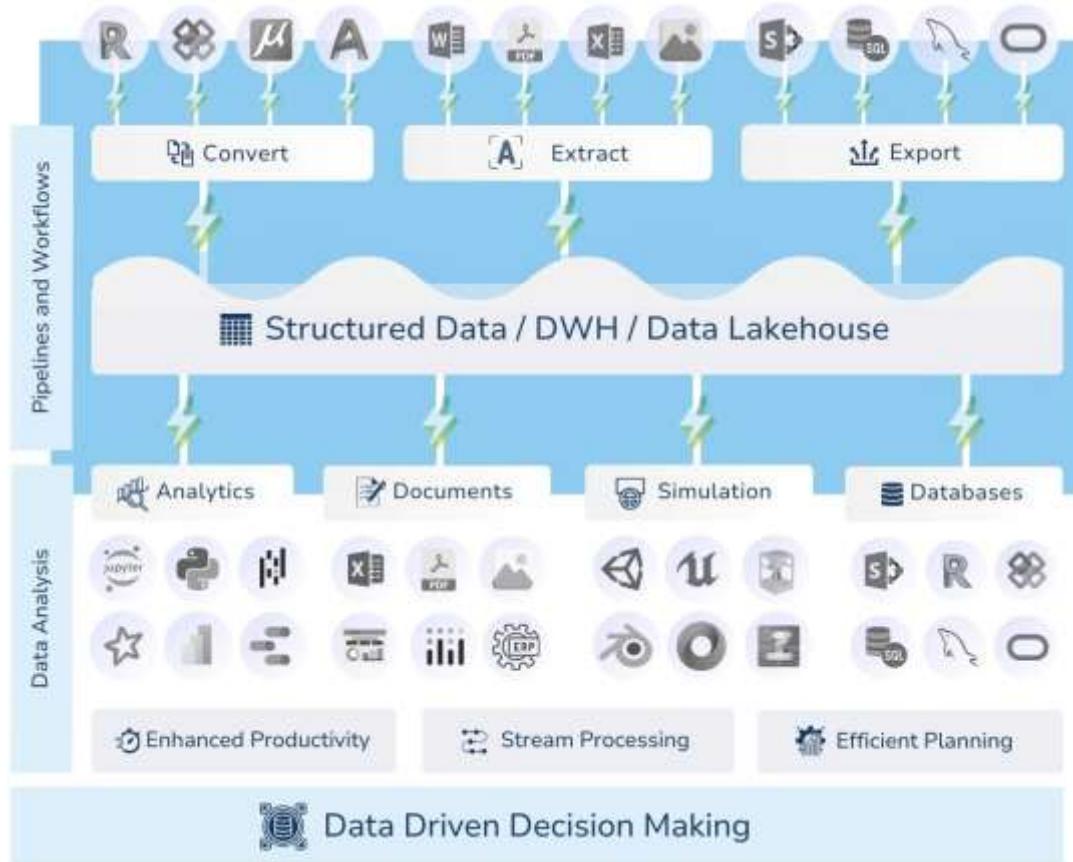
■ ETL - Extract, Transform, Load (ETL) במחסני נתונים מסורתיים, הנתונים בדרך כלל עוברים עיבוד מקדים, טרנספורמציה ותיקוי לפני טיעתם למחסן. זה אומר שהנתונים ממון ומאופיינים כדי לפתור משימות ניתוח (Transform, Load) ודיוקה ספציפיות בעתיד. הדגש הוא על שימוש ביצועי בקשוט גובהים ושלמות הנתונים. עם זאת, גישה זו עשויה להיות יקרה ופחות גמישה מבחינת אינטגרציה של סוגי נתונים חדשים ותבניות נתונים המשתנות -במהירות.

■ אגמי נתונים, מצד שני, מיועדים לאחסן כמותות גדולות של נתונים גולמיים בפורמט המקורי שלהם (איור 8.17) (חילוץ, טיענה, המרה, (শ্বো הנתונים ELT (חילוץ, טיענה, המרה, (শ্বো לתוכה ETL במקום תהליך). נתונים תחיליה לאחסן "כפי שהם" וرك לאחר מכן יכולם להיות מומרצים ומנוחחים לפי הצורך. זה מספק גמישות רבה ואפשרות לאחסן נתונים לא מבנים, כמו טקסט, תמונות ווידאו.



■ שבו המידע נתען תחיליה "במצב גולמי", והמרה מתבצעת בשלב ETL-באגם נתונים משתמשים ב-ETL-איור 8.17 בנגדוד להיצאה.

מחסני נתונים מסורתיים מתקדמים בעיבוד מקדים של נתונים כדי להבטיח ביצועי שאלות גבוהים, בעוד שבאגמי נתונים ניתן עדיפות לגמישות: הם מהשוני נתונים גולמיים וממיריהם אותם לפי הצורך (איור 8.18).



איור 8.18 הקונספטים המודרניים של מחסנים מכוונים לאחסון ועיבוד כל סוג הנתונים למטרות קבלת החלטות.

עם זאת, למרות כל היתרונות, אגמי נתונים אינם חסרי חסרונות. חוסר מבנה נוקשה ומורכבות ניהול המידע יכולם להוביל לכטוס שבו הנתונים משוכפים, סותרים זה את זה או מאבדים את הרלוונטיות שלהם. בנווף, חיפוש וניתוח נתונים באחסון כזה דורשים ממזרים שימושיים, במיוחד בעובדה עם מידע הטרוגני. כדי להתגבר על מגבלות אלו ולשלב את היתרונות של מחסנים מסורתיים ואגמי נתונים, פותחה ארכיטקטורת Data Lakehouse.

סינרגיה של מחסני נתונים וארגוני נתונים: Data Lakehouse אדריכלות

(מבנה, ניהול, ביצועי ניתוח גובהים (ואגמ נתונים) סקלאబיליות DWH כדי לשלב את התוכנות הטובות ביותר של ארכיטקטורה זו משלבת את הגמישות של אגמי Data Lakehouse. עובודה עם נתונים הטרוגניים, (פottaה הגישה של נתונים עם כלים עצמאיים לעיבוד וניהול, האופייניים למחנים מסורתיים, ומספקת איזון בין אחסון, ניתוח ולמידת הוא סינתזה של אגמי נתונים ומהsnsyi נתונים, המשלבת את הגמישות והסקלאబיליות של Data Lakehouse. מכונה הרשונות עם הנהיגול והאופטימיזציה של השניים.

הו גישה ארכיטקטונית השואפת לשלב את הgemeishות והסקלאbilיות של אגמי Data Lakehouse עם הנהול וביצועי השאלות במחנים נתונים (8.19 איור).

כוללות Data Lakehouse תוכנות מפתח של:

- מבטיה, Apache Parquet, פורמט אחסון נתונים פתוח: השימוש בפורמטים פתוחים לאחסון נתונים, כמו יעילות ואופטימיזציה של שאלות.
- תומך DWH-Lakehouse רק לקריאה: בגיןוד לגישה המסורתית של סכמה בלעדית לכתיבה בסכמה רק לקריאה, מה שאפשר ניהול גמיש יותר של מבנה הנתונים.
- גמישות וסקלabilitות: תומך באחסון וניתוח נתונים מובנים ולא מובנים, ובטיח ביצועי שאלות גבוהים באמצעות אופטימיזציה ברמת האחסון.

מציע פתרון פשרה, המשלב את היכולות של שני הגישות, מה שהופך אותו לאידיאלי עבור Data Lakehouse. העומסים האנליטיים המודרניים, הדורשים גמישות בעיבוד נתונים.



8.19 Data Lakehouse אייר הדור הבא של מערכות אחסון נתונים, שנוצרו כדי לענות על הדרישות המורכבות והמשתנות. תדר.

רעיון של מהensi נתונים מודרניים נראה פשוט: אם כל הנתונים נמצאים במקום אחד, קל יותר לנתח אותם. עם זאת, במצבות הדברים אינם כל כך חלקיים. דמיינו שהחברה החליטה להפסיק להשתמש במערכות ניהול וחשבונאות? והחליפה אותן באתגר נתונים אחד גדול, אליו יש גישה לכולם. מה יקרה, (או אחרות ERP, PMIS, CAFM) מוכרות סביר להניח שתתחיל כאוֹס: הנתונים יוכפלו, יתנגדו זה זהה, ומידע קריטי ייאבד או יתעוות. אפילו אם אגם הנתונים משמש רק לנתח, ללא ניהול נכון, מתעוררות בעיות רציניות.

- קשה להבין את הנתונים: במערכות רגילים נתונים יש מבנה ברור, ואילו באגם יש פשטוט אוסף עצום של קבצים וטבלאות. כדי למצוא משהו, על המומחה להבין - מה מייצגת כל שורה ועמודה.
- הנתונים עשויים להיות לא מדויקים: אם במקום אחד מאוחסנת גרסאות רבות של אותה מידע, קשה להבין איזו מהן עדכנית. כתוצאה לכך, מתיקלות החלטות על סמך נתונים מיוושנים או שגויים.
- קשה להכין את הנתונים לעבודה: הנתונים צריכים לא רק להיות מאוחסנים, אלא גם להיות מוצגים בצורה נוחה - בדוחות, גרפים, טבלאות. במערכות מסורתיות זה מתבצע אוטומטית, בעוד שבאגמי נתונים זה דרוש עיבוד נוספת.

בסיום של דבר, כל קונספט של אחסון נתונים יש לו את המאפיינים, הגישות לעיבוד והשימושים בעסקים. מסדי נתונים (Data Lake) מספקים מבנה לנתחה, אגמי נתונים (DWH) מסורתיים מכונים לפועלות טרנוזציה, מהensi נתונים ואגם DWH משלבים את ה יתרונות של (Data Lakehouse) מהsnsים מידע בצורה גולמית, ואחסונים היברידיים (Data Lakehouse) נתונים 8.110).-

	Traditional Approach	Data Warehouse	Data Lake	Data Lakehouse
Data Types	Relational Databases	Structured, ready for analytics	Raw, semi-structured, or unstructured	Mix of structured and unstructured
Use Cases	Transactional Systems	Reporting, dashboards, BI	Big data storage, AI, advanced analytics	Hybrid analytics, AI, real-time data
Processing	OLTP – real-time transactions	ETL – clean and structure before analysis	ELT – store raw data, transform later	ELT with optimized storage and real-time processing
Storage	On-premise servers	Centralized, SQL-based	Decentralized, flexible formats	Combines advantages of DWH and DL
Common Tools	MySQL, PostgreSQL	Snowflake, Redshift, BigQuery	Hadoop, AWS S3, Azure Data Lake	Databricks, Snowflake, Google BigLake

הבדלים המרכזיים בסוגי נתונים, תרחישי שימוש, שיטות עיבוד 8.110 אויר וגישות אחסון.

הבחירה בארכיטקטורת אחסון נתונים היא תהליכי מרכיב, התלוי בצריכי העסק, בנפח המידע ובדרישות לנתחה. כל פתרון rarely איזון ביניהם. ארגונים -Lakehouse או -DataLake מספק מבנה DWH: יש לו יתרונות וחסרונות מגבלים את עצם לארכיטקטורה אחת של נתונים.

לא קשור לארכיטקטורה הנבחרת, מערכות ניהול נתונים אוטומטיות עלולות בהרבה על שיטות ידניות. הן מאפשרות ל모זר טעויות אנווש, מזרזות את עיבוד המידע, ומספקות שקייפות ומעקב אחר הנתונים בכל שלב של תהליכי העסק.

ואם מהensi נתונים מרכזיים כבר הפכו לסטנדרט תעשייתי בתחוםים רבים בכלכלה, אז בתחום הבניה המצב עדין מפוץ מה שמקשה על יצירה תמורה כוללת ודורש, (וועוד CDE, PMIS, ERP) הנתונים כאן מפוזרים בין פלטפורמות שונות. ארכיטקטורות שיכולות לאחד את המקורות הללו לסביבה דיגיטלית שלמה, המתאימה לנתחה.

ואגם נתונים DWH או CDE, PMIS, ERP

בחלק מהחברות הפעולות בתחום הבניה והעיצוב, כבר מיושמת הקונספט של סביבה משותפת לנתונים (Common Data Environment, CDE) כמו מהsns נתונים ISO 19650-בהתאם ל CDE, (DWH) במשזה, ומהsns גישה למידע מאומה. בתעשיות אחרות: מרכז מידע, מספק שליטה על גרסאות, ומעניק גישה למידע מאומה.

היא מרחב דיגיטלי מרכזי, המשמש לניהול, אחסון, חילפה ושיתוף (CDE) הסביבה הדיגיטלית המרכזית ליעתים קרובות באמצעות CDE. פועלה עם מידע פרויקט בכל שלב של מחזור חיי הפרויקט CAD (BIM).

המגזר הפיננסי, הקמעונאות, הלוגיסטיקה והתעשייה משתמשים במשך שנים במערכות ניהול נתונים מרכזיות מפותחת עקרונית אלו, מתאימה אוטם CDE. המאחזות מידע מקורות שונים, בודקות את עדכניות ומספקות אנליזtica לשימוש תכנון וניהול מחזור חי הבנינים.

קלאסים DWH מ-2023 ניתן לראות יותר מקובלות עם CAD שהקונספט שלהם נדון על ידי ספקי נתונים מפורטים CDE-ענן ואינטגרציה עם כלים אנגליטיים, ההבדלים ביןיהם הולכים ומצטמצמים. כאשר מוסיפים למסדרת את הנתונים, מתעדת שינויים ומספקת גישה אחידה למידע מאוות. עם המעבר לטכנולוגיות DWH, CDE ו-CDE-ענן מוגדרת גישה אחידה למידע מאוות. עם המעבר לטכנולוגיות DWH, CDE ו-CDE-ענן מוגדרת גישה אחידה למידע מאוות.

תכוון)-ERP) מערכת מידע ניהול פרויקטים (ו PMIS-בבנייה"כ כבר דנו ב-PMIS-ו ERP קודם לכן בפרק "מערכות, משמשת כמחסן נתונים, כולל שרטוטים: CDE (פועלים יחד PMIS-ו CDE, משאים ארגוניים). (בפרויקטים בנייה מנהלת תהליכיים כמו בקרה על לוחות זמנים, משימות, משאים ותקציב PMIS-מודלים ודוקומנטציה פרויקטית, בעוד ש-

מה שספק PMIS, האחראית על ניהול העסק בכללותו (כספיים, רכש, כוח אדם, ייצור, יכולת להשתלב עם ERP, אשר יסייע באיסוף, סדר, DWH-בקירה על עליות ותקצבים ברמת החברה. עבור אנגלטיקה וDOIו ניתן להשתמש בולוחות מגמות. בתורו (KPI) מה שיאפשר להעריך מידי ביצוע פיננסיים, PMIS-ERP-ו-CDE-ו-אגירה של נתונים מ-Data Lake (DL), על ידי אחסון נתונים גולמיים ולא מובנים (כגון יומניהם, נתוני היישנים, DWH יכול להשלים את DL). לצורך ניתוחה נוספת DWH-תמונה. (נתונים אלו יכולים להיות מעובדים ומוסעים ל-

1- DWH-מתמקדת בתהליכי עסק, בעוד ש ERP, מתמקדות בניהול פרויקטים CDE-ו Data Lake. מתמקדות באנליטיקה ועובדת עם נתונים

-כלואים בפורטטים סגורים של ספקים. מה שאציג את השימוש והגינוח שלהם ניתן להביחון בהבדלים משמעותיים מבחן DWH עם CDE, PMIS ERP-ו Data Lake בהשוואה מערכות עצמאיות מספקים, עלות, גמישות אינטגרציה, עצמאיות נתונים, מהירות התאמה לשינויים, כמו גם יכולות אנליזיות, לעתים קרובות לפתרונות וסטנדרטים ספציפיים של ספקים CDE, PMIS ERP-ו ממערכות מסורתיות, כמו מה שהופך אותו לפחות גמישות ומגביר את עולתו בשל רישיונות ותמייה. בוגס, נתוניםמערכות אלו לעתים קרובות

		CDE, PMIS, ERP	DWH, Data Lake
	Vendor Dependency	High (tied to specific solutions and standards of vendors)	Low (flexibility in tool and platform choice)
	Integration Flexibility	Limited (integration depends on vendor solutions)	High (easily integrates with various data sources)
	Cost	High (licensing and support costs)	Relatively lower (use of open technologies and platforms)
	Data Independence	Low (data often locked in proprietary formats)	High (data stored in open and accessible formats)
	Adaptability to Changes	Slow (changes require vendor approval and integration)	Fast (adaptation and data structure modification without intermediaries)
	Analytical Capabilities	Limited (dependent on vendor-provided solutions)	Extensive (support for a wide range of analytical tools)

DWH-Data Lake מציעים גמישות רבה יותר ועצמאות נתונים בהשוואה למערכות כמו **CDE, PMIS-ERP**.

ספקים גמישות רבה יותר באינטגרציה עם מקורות נתונים שונים, והשימוש **DWH-Data Lake**, **DWH**, בNetworking לכך תומכים **DWH-Data Lake**, בטכנולוגיות ופלטפורמות פתוחות מסייע בהפחיתת עלות הבעלות הכלולית. יתרה מכך במגוון רחב של כלים אנליטיים, מה שמרחיב את אפשרות הניתוח והניהול.

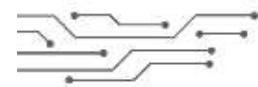
ובזמן שיש גישה לבסיסי נתונים של יישומי CAD עם התפתחות הכלים להנדסה הפוכה עבור פורטט CAD, השאלה נועשית דומה יותר: עד כמה זה מוצדק להמשיך בפלטפורמות סגורות וUMBODOT, כאשר נתונים הפרויקט צריכים להיות זמינים למגוון רחב של מומחים העובדים בשירותי ארגוני קבלנות ועיצוב?

תלות טכנולוגית זו בספק מסוים יכולה להגביל באופן משמעותי ניהול הנתונים, להאט את התגובה לשינויים בפרויקט ולמנוע שיטוף פעולה עיל בין המשתתפים.

מתפקידות העיקרי, אחסון, מבנה - **DWH, Data Lake, CDE-PMIS** - מושגתה המסורתיות לניהול נתונים - כולל, ועיבוד מידע. עם זאת, עם התפתחות הבינה המלאכותית ולמידת המכונה, עולה הצורך בדרכים חדשות לארגון נתונים המאפשרות לא רק לארגנטט, אלא גם לחשוף קשרים מורכבים, למצוא דפוסים סטטיסטיים ולהבטיח גישה מיידית למידע הרלוונטי ביותר.

בכוון זה, תפקיד מיוחד מוחלט לשחק מסדי נתונים וקטוריים - סוג חדש של מאגרי נתונים, המותאמים לעובדה עם

אמצעים בעלי ממד גובה



פרק 8.2.

ניהול מחסני נתונים ומנועת כאוס

מאגרי נתונים וקטוריים ותיבת גבול

מסדי נתונים וקטוריים הם סוג חדש של מאגרי נתונים, שאינם רק שומרים נתונים, אלא מאפשרים חיפוש לפי משמעות. השוואת אובייקטים לפי קרבה סמנטית ויצירת מערכות אינטלקטואליות: מהמלצות ועד ניתוח אוטומטי ויצירת הקשר בין גודל למסדי נתונים מסורתיים, המתמקדים בהתאםות מדויקות, מסדי נתונים וקטוריים מוצאים אובייקטים דומים על סמך תכונות - גם בהיעדר התאמה מדויקת.

מסד נתונים וקטורי הוא סוג מיוחד של מסד נתונים, השומר נתונים בצורה של וקטורים רב-ממדיים כאשר כל אחד מהם מייצג תכונות או איכויות מסוימות. הווקטורים יכולים להיות בעלי מספר ממוגן - שונה, בהתאם למורכבות הנתונים (במקרה אחד זה יכול להיות מספר ממוגן מועט, ובמקרה אחר אלףים).

היתרון העיקרי של מסדי נתונים וקטוריים הוא החיפוש לפי משמעות סמנטית, ולא לפי התאמה מדויקת של ערכים (NN-k) עם מסננים "שווה" או "מכיל", נעשה שימוש בחיפוש השכנים הקרים SQL-Pandas (במקום שאלות במרחב התכונות (בחלק הבא של הספר NN-k נרחיב על).

מודלים גדולים של שפה (דוגמיה גנרטיביים, האינטראקציה עם מסדי הנתונים מתחילה להשתנות LLM עם התפתחות). עכשו אפשר לבקש נתונים בשפה טבעיות, לקבל חיפוש סמנטי במסמכים, לחץ אוטומטית מונחים מרכזיים ולבנות או בהבנה של מבנה הטבלאות. נרחיב על כך בפרק SQL-SQL-קשרים הקשורים בין אובייקטים - כל זה ללא צורך בזיהוי וחקידם בעיבוד נתונים ובתהליכי עסקים LLM".

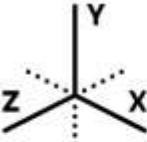
"לא מסדרים את המידע באופן אוטומטי ולא מבאים אותו לסדר. המודל פשטוט "שזה LLM-עם זאת, חשוב להבין שבתוך מאגר הנתונים ומצוא את הקטע המתאים ביותר, בהתבסס על הקשר הבקשה. אם הנתונים לא נוקו או הוסדרו יזכיר ניסיון למצוא תשובה ב'פסולת' דיגיטלית - זה עשוי לעבוד, אבל איכות (deep search) מראש, החיפוש העמוק התוצאות תהיה נמוכה יותר. אידיאלי יהיה אם ניתן היה לסדר את הנתונים מראש (למשל, להמיר מסמכים ל Markdown. ולהעלות אותן למסד הנתונים הווקטורי. זה מעלה באופן משמעותי והרלוונטיות של התוצאות (

בהתחלת מסדי נתונים וקטוריים שימשו בלימוד מוכנה, אך כיום הם מוצאים שימושים הולכים ומתרבים מעבר לכך - במערכות חיפוש, בהתאם אישיות של תוכן, ובאנלטיקה אינטלקטואלית

(**קופסה מגבילה**). זו מבנה גיאומטרי Box-Bounding Box-אחד מהדוגמאות הבולטות ביותר לגישה וקטורית במבנה הוא המוגדר על ידי הקואורדינטות המינימליות Bounding Box-שמתאר את הגבולות של אובייקט במרחב תלת-ממדי. היא יוצרת "קופסה" סביב האובייקט. שיטה זו מאפשרת להעריך את המידות והמקום של Z-Y, X והקסימליות על צירי האלמנט מבלי הצורך לנתח את כל הגיאומטריה.

כבר 6 מדדים (אורך - רוחב, גובה, עומק, z, y, x), ניתן לייצג כווקטור במרחב רב-ממדי: לדוגמה Box כל

8.21).-



Bounding Box

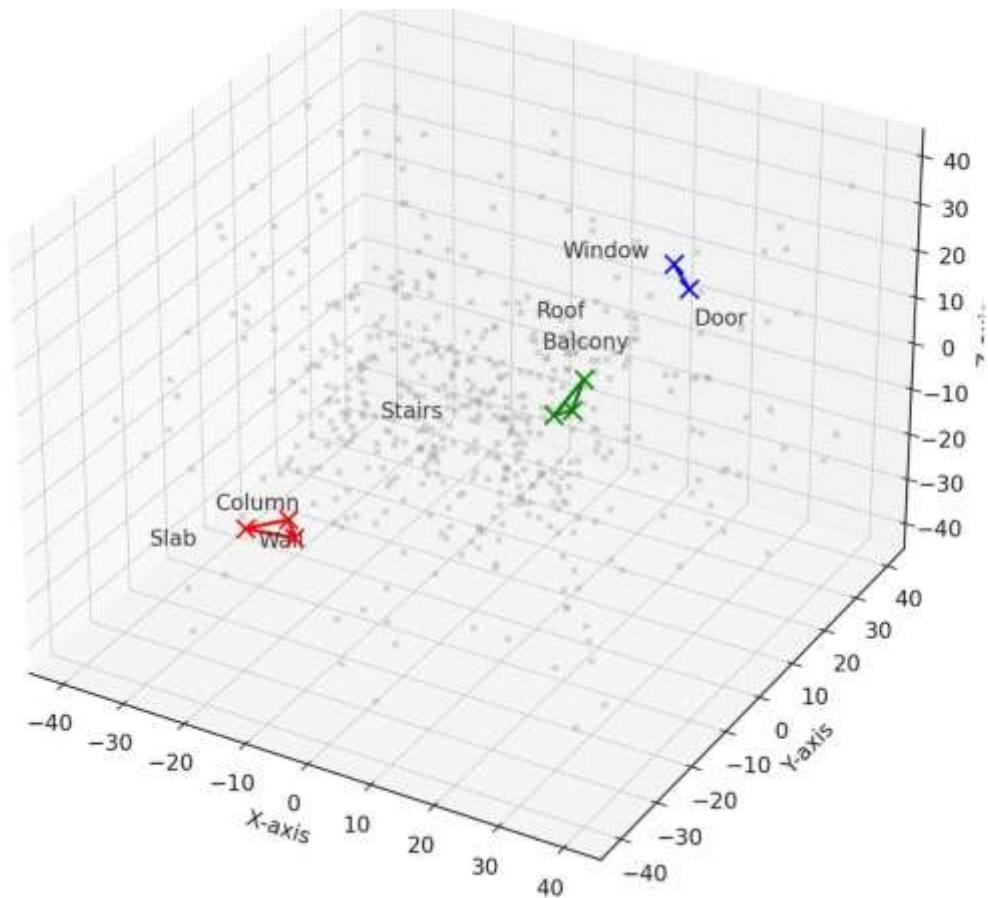
	minX	maxX	minY	maxY	minZ	maxZ	Width	Height	Depth
Column	-15	-5	-25	-15	0	10	10	10	20
Stairs	-5	5	-15	-5	0	10	10	10	10
Door	5	15	5	15	0	10	10	10	10
Window	25	35	-35	-25	10	30	10	20	20
Balcony	15	25	-5	5	20	40	10	20	20

איור 8.21 המידע על קואורדינטות של אלמנטים בתיבת גבול ומיקומם במודל הפרויקט מהו אנלוגיה לבסיס נתונים וקטורי.

הצהה כזו של נתונים מקללה על מגוון שימושות, כולל בדיקות חפיפות בין אובייקטים, תכנון הפשטה מרחבית של רכיבי יכול לשמש גשר בין מודלים תלת-ממדיים מורכבים לבין Box-Bounding Box-הבנייה וביצוע היישומים אוטומטיים. בסיסי נתונים וקטוריים מסורתיים, ומאפשר לנצל ביעילות את היתרונות של שני הגישות במידול אדריכלי והנדסי.

קופסת גבול היא "קטורייזציה של גיאומטריה", "בעוד שהאמבידג' שיטה להמיר משהו מופשט (היא וקטורייזציה של משמעות". שני הגישות מאפשרות לעבור מהיפוש ידני לヒפוש אינטלקטוואלי, בין אם מדובר באובייקטים תלת-ממדיים במודל פרויקט או במנחים בטקסט

k-) חיפוש אובייקטים בפרויקט (למשל, מצא את כל החלונות ברוחב < 1.5 מ ("דוגמה לחיפוש השכנים הקרובים ביותר בסיס נתונים וקטורי, שבו הקriterיוונים מדירים "אזור" למרחב החכונות). ורחיב על חיפוש השכנים הקרובים (NN bounding box-k-אם נוסיף לattribוטים של ה 8.22 איור) (בחילוק הבא על למידת מכונה NN-k-ביתר נוספים (חומר, משקל, זמן ייצור), אז הטבלה תהפוך לווקטור בעל ממדים גבוהים, שבו כלattribוט הוא מימד חדש. זה כבר קרוב לבסיסי נתונים וקטוריים מודרניים, שבהם המודדים נמדדים מאות או אלפיים (למשל, אמבידג' מרשומות עצביות).



איור 8.22 חיפוש אובייקטים בפרויקט באמצעות בסיסי נתונים וקטוריים.

רלוונטיות לא רק לאובייקטים גיאומטריים, אלא גם לנתח טקסטים Bounding Box-הגישה שבה נעשה שימוש בבדיקה כפי שניתן לקבץ אובייקטים (NLP) ושפה.

ייצוגים וקטוריים של נתונים כבר בשימוש פעיל בעיבוד שפה טבעי

-בפרויקט בנייה לפי קרצה מרחבית (איור 8.22, ניתן לנתח מילים בטקסט לפיקחה סמנטית והקשרית

. לדוגמה, המילים "אדריכל", "בנייה", "תכנון" במרחב הוקטורי יהיו קרובות זו לזו, מכיוון שיש להן משמעות דומה.

במודלים של שפה גדולה, מגנון זה מאפשר אוטומטיות, ללא צורך בקטלוג ידני:

- **לקבוע את נושא הטקסט**
- **לבצע חיפוש סמנטי על פי תוכן המסמכים**
- **לייצור אנוטציות אוטומטיות וסיכוםים של טקסט**
- **למצוא סינוניים ומונחים קשורים**

משמעות טקסט Bounding Box-בסיסי נתונים וקטוריים מאפשרים לנתח טקסט ולמצוא בו מונחים קשורים בבדיקה כמו ששל רכבי הפרויקט מסייעת להבין שהיצוג

Bounding Box אובייקטים מרוחבים במודלים תלת-ממדים. דוגמת

אלא דרך טבעיות לארגון נתונים לפתרון בעיות מעשיות, בין אם, ML-הוקטור אוינו מושג "מלאותי" לחולטן מעולם ה

או בתמונות סמנטיות קרובות במאגר CAD מזובר בחיפוש עמודות בפרויקט.

למורים העובדים עם מסדי נתונים כדי לשים לב לאחסון וקטורי. התפשטותם מוצביה על שלב חדש, מתחילה להתמוג AI בהפתחות מסדי הנתונים, שבו מערכות רלוונטיות קלאסיות וטכנולוגיות מוקדמות ולייצור פתרונות היברידיים לעתיד.

מורכבים וגדולים ישמשו במסדי נתונים מיוחדים לחיפוש וקטורי. במקביל, אלו AI משתמשים המפתחים יישומי בודדות לשילוב ביישומים קיימים, ככל הנראה יבחרו את האפשרויות המבנות לחיפוש AI שזוקקים רק לפונקציות (PostgreSQL, Redis).

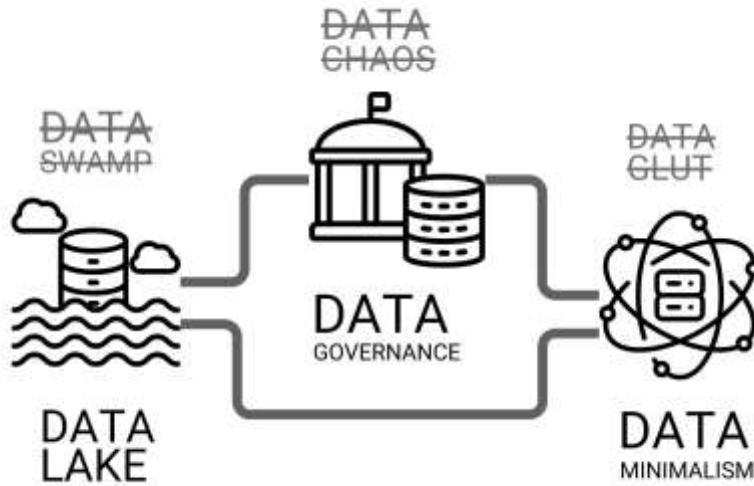
מסדי נתונים וקטוריים ואחרים מציעות גישות שונות DWH, Data Lake, CDE, PMIS, מטרים נתונים גישות שונות כדוגמת לדוגמה נתונים הנקראים **הארQUITטורה**, אלא גם על ידי האופן שבו הנתונים עצם לאחסון ולניהול נתונים, היעילות שלהם נקבעת לא רק על ידי הארQUITטורה, אלא גם על ידי האופן שבו הנתונים עצם מאורגנים ומוגבלים. אפילו בשימוש בפתרונות מודרניים – בין אם מדובר במסדי נתונים וקטוריים, מסדי נתונים מאורגנים ומוגבלים. חסר כללים ברורים לניהול, ארגון ועכון נתונים עלול – **Data Lake** רלוונטיים קלאסיים או מאגרי נתונים מסווגים להוביל לאוטן קשיים שבהם נתונים משתמשים העובדים עם קבצים מבודדים ונתונים בפורמטים שונים.

אפיו הਪתרונות החזקים ביותר יכולים להפוך לערים מידע (Data Governance) ללא ניהול נתונים מתוכנן כדי להימנע מכך, חברות צרכות לא (Data Swamp) כאוטיות ולא מאורגנות, והופכים אגמים של נתונים לביצוע רק לבחור את הארכיטקטורה המתאימה להחסון, אלא גם לישם אסטרטגיית מינימליזם נתונים. ניהול גישה ובקרה אינטגרתית מה שמאפשר להפוך את הנתונים לכלי יעיל לקבלת החלטות.

ממשלת נתוניים, מינימלייזם נתוניים וቢצת נתוניים

ומינימליזם (Data Minimalism) מינימליزم נתוניים (Data Governance) הבנה ויישום של מושגי ניהול נתונים. הם גורמים מרכזיים בניהול מוצלח של מאגרי נתונים והבטחת ערכם לעסק (ריש) (Data Swamp) ייצירת ביצת נתונים 8.23).-

המרכזיות לכך היא ניהול לקיי של איזות הנתונים וניהולם מהפרויקטים בתחום הנתונים הגדולים נכשלו, ואחת הסיבות (partner, 2017) 85% של ג



8.23 Data Governance 1-Data Minimalism. אחד מהאיספקטים המרכזיים של ניהול נתונים הם **ריש**.

הוא מרכיב בסיסי בניהול נתונים, המבטיח שימוש נאות ויעיל בנתונים בכל (Data Governance) ניהול נתונים. ההליך העסקי מודרך לא רק בהקנות כללים ונהלים, אלא גם בהבטחת זמינות, אמינות ובטיחון של הנתונים.

- הגדרה וסיווג נתונים: הגדרה ברורה וסיווג של ישות מאפשרים לארגונים להבין אילו ישויות נדרשות בחברה ולקבוע כיצד יש להשתמש בהן.
 - זכויות גישה וניהול: פיתוח מדיניות ונהלים לגישה לנ נתונים ולניהולם מבטחים שרק משתמשים מורשים יוכל לגשת לנ נתונים מסוימים.
 - הגנה על נתונים מפני איומים חיצוניים: הגנה על נתונים מפני איומים חיצוניים היא אחד ההיבטים המרכזיים בניהול נתונים. זה כולל לא רק אמצעים טכניים, אלא גם הכוונת עובדים בעקרונות אבטחת מידע.
 - זו גישה לצמצום הנתונים לערכיהם ולמשמעותם ביותר בעת יצירה - (**Data Minimalism** - מינימליזם נתונים; תכונות וישות) (אирו 8.24).

- פישוט תהליכי קבלת החלטות: מצומם מספר האובייקטים ותוכנותיהם לערכיהם המשמעותיים ביותר מפשט את תהליכי קבלת ההחלטה על ידי מצומם הזמן ומהשאבים הנדרשים לניטוח ועיבוד נתונים.
- ההמקדות בחשוב: בחרית היישוות והתוכנות הרלוונטיות ביורר מאפשרת להתמקד במידע שהחשוב באמת לעסק.
- תוך הסרת רוש ונתונים מיותרים
- חילקת משאבים יעילה: מינימליזציה של נתונים מאפשרת חלוקה יעילה יותר של משאבים, מפחיתה את העלויות של אחסון ועיבוד נתונים. ומעלה את איכותם וביצועיהם.

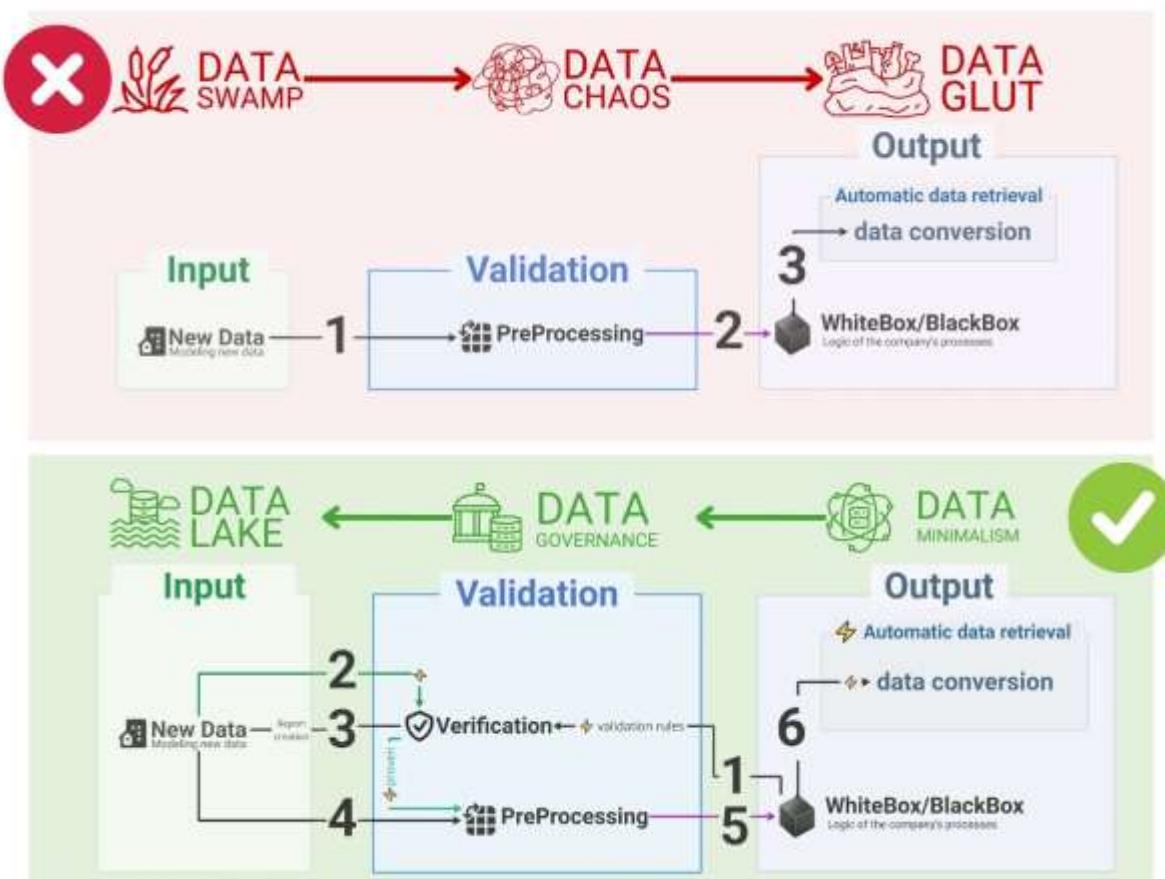
הלוגיקה של עבודה עם נתונים צריכה להתחל ל'א מהיצירה שלהם כשלעצמה (איור 8.24), אלא מהתנתן תרחישי השימוש העתידיים בתנונים הללו עוד לפני תחילת תהליכי הגנטציה. גישה זו מאפשרת לקבוע מראש את הדרישות המינימליות הנדרשות לתכונות, סוגיהן וערכי הגבול שלהם. דרישות אלו מהוות את הבסיס לצירוף ישויות נוכנות ועמידות במודל המידע. חשיבה מוקדמת על מטרות ושיטות השימוש בתנונים תורמת לצירוף מבנה נגיש לניתוח. פרטיהם נוספים על גישות למידול נתונים ברמות קונספטוואליות, לוגיות ופייזיות דיברנו בפרק "מידול נתונים: מודל קונספטוואלי, לוגי ופייזי".

בהתלויים עסקים מסוימים של חברות בנייה, עיבוד הנתונים מוביל לעיתים קרובות השלכת נתונים. בבייצה, שבה תחילת נוצרות הנתונים, ולאחר מכן מומחים מנסים לשלב אותם במערכות ובכליים אחרים.

זו תוצאה של איסוף ואחסון נתונים ללא שליטה, ללא ארגון, מבנה וניהול - **(Data Swamp)** ביצת נתונים. גנותים, מה שגורם לכך שהנתונים הופכים לבתוי מובנים, קשים לשימוש ולא ערך.

כיצד למנוע מהוזר של מידע להפוך לביזה:

- ניהול מבנה הנתונים: הבטחת סדר וקטלוג של הנתונים מסייעת למנוע את "ביצת הנתונים", מה שהופך אותם למאורגנים ונגישים בקלות.
- הבנה ופירוש של נתונים: תיאור ברור של מקור הנתונים, השינויים שלהם ומשמעותם מבטיח שהנתונים יובנו ויפרשו כראוי.
- שמירה על איות הנתונים: תחזקה שוטפת ונקיוי של הנתונים מסייעים לשמור על איותם, רלוונטיותם וערכם לתהליכי אנליטיים ועסקיים.



איור 8.24 כדי למנוע אי סדר באחסון הנתונים, יש להתחיל את תהליך ייצור הנתונים מאיסוף דרישות לתוכנות.

על ידי שילוב עקרונות ניהול הנתונים ומינימליזם הנתונים בתהליכי ניהול הנתונים, כמו גם מניעת הפיכת מאגרי הנתונים לביצת נתונים, ארגונים יכולים למקם את הפוטנציאלי של הנתונים שלהם.

השלב הבא בהתפתחות העבודה עם נתונים לאחר פתרון בעיות ניהול ומינימליזם הוא הסטנדרטיזציה של עיבוד אוטומטי הבתחת איקות והטמעת שיטות שהופכות את הנתונים לנוחים לנתחה, טרנספורמציה וקבלת החלטות. זה בדיקת מה שהופכות לכליים חשובים עבור חברות העובדות עם כמויות VectorOps, DataOps ו-Semantical המתודולוגיות גדולות של מידע ולמידת מכונה.

דעתה אופס וקטרו אופס: סטנדרטים חדשים לעובדה עם נתונים

אפשרות להבטיח את הדיקוק, העקבות והנתועה DataOps אם ניהול נתונים אחראי על שליטה וארגון הנתונים, או生成 הבכתי פוסקת שלהם בתוך החברה. זה קרייטי במיוחד עבור מספר מקרים בתחום הבניה, שם הנתונים נים באופן מתמשך ודורשים לעבוד בזמן. לדוגמה, במקרים שבהם מודלים מדעיים של בניינים, דרישות פרויקט ודוחות יכול להיות מפתח DataOps אנלטיים צריכים להיות מסונכרנים בין מערכות שונות במהלך יום עבודה אחד, תפקיד. היא מאפשרת לבנות תהליכי עיבוד נתונים יציבים וחוזרים, מפחיתה את הסיכון לעיכובים ואובדן עדכנות המידע ניהול ברמה ניהול נתונים אינו מספיק בפני עצמו - חשוב שהנתונים לא רק יישמרו, אלא גם יישמשו בהם שימוש פעיל יוצאת למרכז הבמה - מתודולוגיה הממוקדת באוטומציה, אינטגרציה והבטחת זרימה DataOps בפעולות היום. כאן מתמשכת של נתונים.

מתמקדת בשיפור שיתוף הפעולה, האינטגרציה ואוטומציה של זרמי נתונים בארגונים DataOps תורמת לדיקוק, עקבות וזמן נתונים, מה שהוא מאד עבור יישומים DataOps הטמעת פרקטיקות המוקדים נתונים.

לאורקסטרציה של - (7.44) Apache Airflow ה DataOps הכלים המרכזיים במערכת האקוולוגית של לניתוח והמרת זרמי נתונים. יחד הטכנולוגיות הללו מאפשרות לבנות - (7.45) Apache NiFi-תהליכי עבודה, צינורות נתונים גמישים, אמינים ומדרכיבים, המבזיחים עבודה אוטומטי, שליטה אינטגרציה של מידע בין מערכות (פרטיהם בתהליכי הבניה, חשוב לקחת בחשבון בחשבון DataOps אוטומטי). ("אשר מטמיעים את גישת ETL נוספים בפרק "צינור"-- ארבעה היבטים בסיסיים

1. אנשים וכליים חשובים יותר מהנתונים: מחסני נתונים מנתקים יכולים להיחס כבעיה המרכזית, אך בנסיבות המצב מרכיב יותר. מעבר לפיצול הנתונים, תפקיד משמעותי משחקת בידוד הצוותים והנפרדות של הכלים שבהם הם משתמשים. בתחום הבניה עובדים עם נתונים אנשי מקצוע מגוון תחומיים: מהנדסי נתונים ויזואлизציה, כמו גם מומחים לניהול פרויקטים ואיכות. לכל אחד מהם יש שיטות עבודה BI ואנליטים, צוותי, משלו, וכן גורם חשוב הוא יצרת מערכת אקוולוגית שבה הנתונים מועברים בחופשיות בין המשתתפים. ומספקים גרסה אחת, מסונכרנת של המידע.

2. אוטומציה של בדיקות ויזוי שגיאות: נתונים בנייה תמיד תמיד מכילים שגיאות, בין אם מדובר באירועים במודלים שגיאות בחישובים או במפרטים מיושנים. בבדיקות נתונים סדרות ותיקון שגיאות חוזרות אפשרות לשפר

יש לישם מגנוני בקרה ואיות אוטומטיים, אשר עוקבים **DataOps** באופן משמעתי את אינוכתם. במסגרת אחריו נוכנות הנתונים, מנתחים שגיאות ומוזהים תבניות, כמו גם מתעדים ומתקנים תקלות מערכת בכל מהJOR עבודה. ככל שדרגת האוטומציה של הבדיקה גבוהה יותר, כך אינוכת הנתונים הכלולה גבוהה יותר והסיכוי לשגיאות בשלב הסופי נמוך יותר.

3. נתונים צריכים להיבדק כמו קוד תוכנה: רוב היישומים בתחום הבניה מבוססים על עיבוד נתונים, אך הבדיקה עליהם לעתים קרובות נשארת בתפקדים משניים. אם מודלים של מידת מכונה מאומנים על נתונים לא הנתונים צריכים לעבור בדיקה **DataOps** מדויקים, זה מוביל להזיות שגיאות ולהפסדים כספיים. במסגרת קפדיות כמו קוד תוכנה: בדיקות לוגיות, בדיקות עומס, הערכת התנוגות המודלים כאשר ערכו הקלט משתנים רק נתונים מאומתים ואמינים יכולם לשמש לבסיס לקבלת החלשות ניהול.

4. נראהות הנתונים ללא פגיעה ביצועים: ניטור נתונים הוא לא רק איסוף מדדים, אלא כל ניהול אסטרטגי לאינוכת ייעילות, הנראות צריכה להיות מושלבת בכל שלב בעבודה עם נתונים, מעיצוב ועד **DataOps**- כדי שפעולת החשוב שהניטור לא יאט את המערכת. בפרויקט בנייה, קריטי לא רק לאסוף נתונים, אלא גם לעשות זאת כך שעבודת המומחים (המייצרים את הנתונים לא توفר. האיזון הזה מאפשר לשנות באינוכות הנתונים מבלי לפגוע ביצועים.

חברות בנייה **DataOps** הוא לא נטל נוספת על המומחים נתונים, אלא הבסיס לעובדה שלהם. על ידי יישום **DataOps** יכולות לעבור ניהול Caucus לניהול יעיל של מערכת אקובוגית, שבה הנתונים עובדים עבור העסוק

VectorOps המתמקד בעיבוד, אחסון וניתוח נתונים וקטוריים רב-מדדיים **DataOps**, הוא השלב הבא בהתפתחות (**DataOps**-DataOps), שנדרנו בפרק הקודם. זה במיוחד רלוונטי בתחוםים כמו דיגיטליים כפולים, מודלים של רשות עצביות והיפוך סמנטי מתבסס על בסיס נתונים וקטוריים, המאפשרים אחסון, אינדוקס **VectorOps**. שמתחלים לחזור בתחום הבניה והיפוך יעיל של ייצוגים רב-מדדיים של אובייקטים.

המתמקד בעיבוד, ניתוח ושימוש נתונים וקטוריים **DataOps** הוא השלב הבא לאחר **DataOps** מתרכז בניהול **VectorOps**, המתמקד בזרימה, עקבות ואינוכות הנתונים, **DataOps**-בבנייה. בנגדו ליצוגים רב-מדדיים של אובייקטים, הנדרשים למידת מכונה.

מאפשרת להציג תיאור מודיק יותר של אובייקטים, מה שקריטי לדיגיטליים **VectorOps**, בנגדו לגישות המסורתית שהוסבו לפורט וקטורי. יישום מושלב של CAD כפולים, מערכות עיצוב גנטטיביות ויזהוי אוטומטי של שגיאות נתונים יוצר בסיס חזק לעובדה אוטומטית ומדרגרת עם כמותות גדולות של מידע – מטבלאות **DataOps**-VectorOps. קלאסיות ועד מודלים מרוחקים עשרים סמנטיות.

צעדים נוספים: מהesson Caucus לאחסון מובנים

גישה מסורתית לאחסון נתונים בנייה לעתים קרובות מוביילות ליצירת "סילוים של מידע" מנוקקים, שבהם מידע חשוב אגם (**Data Warehouse**) אינו נגיש לנתחה ולקבלת החלטות. מושגים מודרניים לאחסון נתונים, כמו מחסן נתונים והיברידים שלהם, מאפשרים לאחד מידע מפוזר ולהפוך אותו לנגיש באמצעות מרכזי לעיבוד נתונים (**Data Lake**) נתונים בזמן אמת ולניתוח עסקי. חשוב לא רק לבחור את הארכיטקטורה המתאימה לאחסון, אלא גם לישם עקרונות של ניהול כדי למנוע מהאחסונים להפוך ל"ביצות", ומינימליזם נתונים (**Data Minimalism**) (**Data Governance**) נתונים.

נתונים "בלתי נשלחות" (Data Swamp).

לסייעו חלק זהה, כדאי להציג את הצעדים העיקריים העיקריים שיכולים לעזור ליישם את המושגים שנדרנו במשימות היומיומיות שלכם:

בחרו פורמטים יעילים לאחסון נתונים

לאחסון כמותות גדולות (Apache Parquet, ORC) לפורמטים יעילים יותר CSV-XLSX-JSON משל נתונים

יישמו מערכת גרסאות נתונים כדי לעקוב אחרי שינויים

השתמשו במטא-נתונים כדי לתאר את המבנה ואת המקור של המידע

צרו ארכיטקטורת נתונים אחידה לחברת

ואגם נתונים. בחרו את זו שמתאימה RDBMS, DWH: השווא בין ארכיטקטורות שונות לאחסון נתונים ביחס לצרכים שלכם מבחינה יכולת הרחבה, אינטגרציה של מקורות ועיבוד אנלטי

ממוקרות שונים עבור השימושים שלכם (ETL) תכננו מפה של תהליכי חילוץ, טעינה ו שינוי נתונים כדי להציג בצורה ברורה את Miro, Lucidchart Draw.io או

הצעדים המרכזיים ואת נקודות האינטגרציה כמו

יישמו פרקטיקות של ניהול נתונים ומינימליים נתונים

פועלו לפי גישת מינימליים נתונים - אחסנו ועבדו רק את מה שיש לו ערך אמיתי

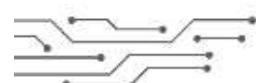
יישמו את עקרונות ניהול הנתונים - קבעו אחריות על הנתונים, ודאו איכות ושקיפות

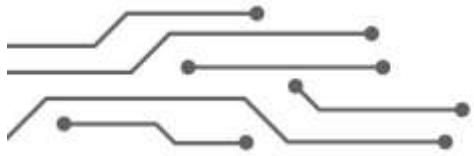
DataOps, VectorOps

DataOps קבעו קריטריון לאיכות הנתונים ולנהלים לבדוק אותם במסגרת

אחסון נתונים מאורגן היטב יוצר בסיס למרכז תהליכי ניתוח של החברה. המעבר מऐסוף נתונים כאוטי לאחסון מבנים מאפשר להפוך את המידע לנכס אסטרטגי, המסייע בקבלת החלטות מושכלות ובשיפור היעילות של תהליכי עסקים.

לאחר שההלים של איסוף, שינוי, ניתוח ואחסון נתונים בצורה מובנית אוטומטיים ומוסדרים, ההלב הבא של טרנספורמציה דיגיטלית הוא עבודה מלאה עם נתונים גדולים (Big Data).





XA חלק נתונים גדולים, למידת מכונה וחיזויים

החלק התעשייתי מוקדש לנתחנים גדולים, למידת מכונה ולהיזוי בתעשייה הבניה. כאן נדונה המעבר מתקבלת החלטות אינטואיטיבית לנתחות אובייקטיבי, המבוסס על נתונים היסטוריים בדוגמאות מעשיות מוצג ניתוח נתונים גדולים בבניה - מהבנת מערך נתונים הקיימים לבניה עם מילוני רכיבים. תשומת לב מיוחדת מוקדשת CAD בסיס פרנסיסקו ועד עיבוד פרויקטי לשיטות למידת מכונה להיזוי עלויות ולוחות זמנים של פרויקטים בבניה, עם ניתוח מפורט של שכנים הקרובים. מוצג כיצד נתונים מבנים הופכים-k-אלגוריתמים של רגרסיה ליניארית ולבסיס למודלים חזוי, המאפשרים להעריך סיכונים, ליעיל משאבים ולשפר את היעילות בניהול פרויקטים. החלק כולל גם המלצות לבחירת דגימות נתונים מייצגות ומסביר מדוע ניתוח ייעיל לא תמיד נדרש כמפורט עצומות של מידע.

פרק 9.1. נתונים גדולים וניתוחם

נתונים גדולים בבנייה: מהאינטואיציה לחיזוי

המונה "נתונים גדולים" איננו בעל הגדרה מדעית. במקור, המושג הזה הופיע כאשר כמויות המידע החולו עלילות על יכולות השיטות המסורתיות לעיבודו. כיוון, הרכזות והמורכבות של הנתונים בהרבה תחומים, כולל בנייה, גדוֹלָן כל כך עד שהם אינם יכולים להתח奸 בזיכרון המקורי המשמש מחשבים ודורשים שימוש בטכנולוגיות חדשות לעיבודם.

מהות העבודה עם נתונים גדולים אינה רק באחסון ובשימוש, אלא גם ביכולת החיזוי. בתעשייה הבניה, נתונים גדולים פותחים את הדרך מהחלטות אינטואטיביות, המבוססות על פרשנות סובייקטיבית של טבלאות ויזואלייזציות (כפי שנדון קודם), לחייזרים מובסים, הנתמכים על ידי תציפות אמיתיות וסטטיסטיקה.

בניגוד לדעה הרווחת, המטרה של עבודה עם נתונים גדולים אינה לגורום למcona לחשב כמו אדם, אלא ליישם מודלים מתמטיים ואלגוריתמים לנתח מערכו נתונים במטרה לחושף תבניות, להזות אירועים וליעיל תהליכי

אינם עולם קר של אלגוריתמים, חסר השפעה אנושית. להפוך נתונים גדולים (Big Data) נתונים גדולים פועלים בשיתוף פעולה עם האינסטינקטים, הישגיות והיצירתיות שלנו. דוקא חוסר המושלמות של החשיבה האנושית מאפשר למצוא פתרונות לא שגרתיים ולעשות פריצות דרך.

IT-עם התפתחות הטכנולוגיות הדיגיטליות, החולו להיעשות שימושים פעילים בשיטות עיבוד נתונים שהגיעו מעולם הנקודות מוכנים ולא מוכנים יכולים להמחד, מה Pandas-Apache Parquet על הגישה למידע ומחית את הפסדים בנתח, בעוד שמערכי נתונים גדולים מתוך מסמכים או פרויקטי CAD מקל --.אפשרים לאסוף, לנתח ולהזות נתונים בכל שלב של מחזור חיי הפרויקט (9.210 - 9.212 אירור).

נתונים גדולים משפיעים באופן מהותי על תעשיית הבניה, ומשפיעים עליה פוטנציאלית במגוון רחב של היבטים. השימוש בטכנולוגיות נתונים גדולים מביא לתוצאות במספר כיוונים מרכזים, כולל לדוגמה את הבאים:

- **ניתוח פוטנציאלי השקעה** - חיזוי תשואות זמני החזר השקעה של פרויקטים על בסיס נתונים של פרויקטים קודמים.
- **תחזקה חייזית** - זיהוי תקלות אפשריות בצד לפניו שהן מתרחשות בפועל, מה שמחית את זמן ההשבטה.
- **אופטימיזציה של שרירות אספקה** - חייזוי תקלות ושיפור היעילות הלוגיסטית.
- **ניתוח יעילות אנרגטית** - סיווג בתכנון מבנים עם רמות צריכת אנרגיה נמוכות.
- **גיטור בטיחות** - שימוש בחישנים ובמכשירים נישאים למעקב אחר התנאים באתר הבניה.
- **בקרה איכות** - פיקוח על עמידה בתקנים טכנולוגיים בזמן אמת.
- **ניהול משאבי אנוש** - ניתוח ביצועים וחיזוי צרכי כוח אדם.

קשה למצוא תחום בבנייה שבו אנלטיקה של נתונים וחיזויים אינם נדרשים. היתרון המרכזי של אלגוריתמים לחיזוי הוא היכולת שלהם ללמידה באופן עצמאי ולהשתפר באופן מתמיד ככל שמצטברים נתונים.

בעתיד הקרוב, אינטליגנציה מלאכותית לא רק תסייע לבונים, אלא גם תקבל החלטות מפתח - מתהליכי תכנון ועד שאלות של תפעול מבנים.

פרטים נוספים על איך מתחזעים החיזויים וכי怎 מודלים לומדים משמשים, יידונו בחלק הבא של הספר: "למידת מכונה וחייזרים".

כדי לעבור ל עבודה מלאה עם נתונים גדולים, יש צורך בשינוי הגישה לאנגליטיקה. אם במערכות קלאסיות, שהזכו עד כה, הדגש היה על קשרים סיבתיים, או באנגליטיקה של נתונים גדולים הדגש עובר לחיפוש אחר תבניות סטטיסטיות וקורלציונות, המאפשרות לחושף קשרים סמיוטיים ולהזות התבניות של אובייקטים גם ללא הבנה מלאה של כל הגורמים.

שאלה הגדאות של נתונים גדולים: מתודולוגיה, סטטיסטיקה ודגימת נתונים

באופן מסורתי, הבניה התבססה על השערות סובייקטיביות וניסיוני אישי. מהנדסים הניחו - עם סבירות מסוימת - כיצד יתנהג חומר, אילו עומסים תוכל לעמוד המבנה וכמה זמן יימשך הפרויקט. השערות אלו נבדקו בפועל, לעיתים במחיר של זמן, משאבים וסיכום עתידיים

עם הופעת הנתונים הגדולים, הגישה משתנה באופן דרמטי: החלטות מתකבות כתעת על סמך תחושים אינטואיטיביות, אלא כתוצאה מניתווה של מסדי נתונים רחבים. הבניה בהדרגה מפסיקה להיות אמנות של אינטואיציה והופכת למדע מדויק של חיזויים.

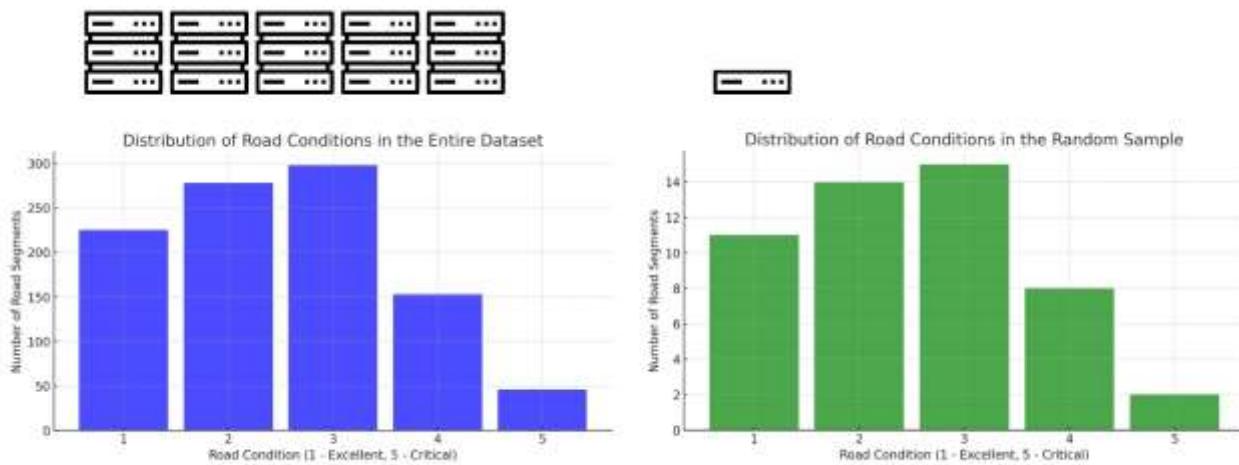
המעבר לרעיון השימוש נתונים גדולים מעלה באופן בלתי נמנע שאלה חשובה: עד כמה קריטי הוא נפק הנתונים וכמה מידע נדרש עבור אנגליטה חיזוי אמינה? הדעה הרווחת ש"יותר נתונים = יותר דיוק" מתבררת לא תמיד כנכונה. מבחינה סטטיסטית

כבר בשנת 1934, הסטטיסטיקאי ירזי נימן הוכיח כי המפתח לדיק במסקנות סטטיסטיות אינו תלוי כל כך בנפח הנתונים, אלא ביצוגיות ובאקרניות של הדגימה

סורקים, IoT זה נושא רלוונטי במיוחד בתעשייה הבניה, שבה כמות נתונים גדולות של נתונים נאספות באמצעות חיישני, "בגדלים שונים, מה שמאביר את הסיכון להיווצרות" אורות עיוורים CAD מצלמות אבטחה, רחפניהם ואפיו מודלים חריגות ועיוותים נתונים.

ג'יגה-בית X נבחן דוגמה ל刻苦 אחר מצב הכספי הכספי. סט הנתונים המלא על כל הקטעים הכספיים עשוי לתפוס ג'יגה-50/X ולדרוש כעבור יום שלם ליעבוד. יחד עם זאת, דגימה אקראית, הכוללת רק כל קטע חמישים, תתפוס רק

בית ותעוכד בתוך חצי שעה, ובכך תספק דיקוק דומה בחלק מהחישובים (איור 9.11).



איור 9.11 היסטוגרמות מצב הכבישים המלא ודוגמה אקראית מציגים תוצאות זהות.

לכן, גורם מפתח להצלחה בניתוח נתונים עשוי להיות לא גודלים, אלא ייצוגיות הדגימה ואיכות השיטות המועדות לעיבוד המעבר לדגימה אקראית ולגיישה יותר סלקטיבית דורש שינוי חשיבה בתעשייה הבנייה. היסטורית, חברות נצמדו ללוגיקה: "כל שיש יותר נתונים - כך זה טוב יותר", מתוך אמונה שכיסוי כל המודדים האפשריים יבטיח דיקוק מקסימלי, גישה זו מזכירה מיתוס פופולרי בניהול פרויקטים: "ככל שאשכול יותר מומחים, כך העבודה תהיה יعلاה יותר". עם זאת כמו במקרה של כוח אדם, איכותים וכלים חשובים יותר מכמות. ללא התחשבות בקשרים (קורלציות) בין הנתונים או משתפי הפרויקט, עליה בנפה עשויה להוביל רק לרעש, עיוותים, חזנות וחריגות בלתי מוצדקות. בסופו של דבר, לעיתים קרובות מתרבר שעדייף להציג בסט נתונים קטן אך אינטימי, המאפשר לספק תחזיות יציבות. וmobustot, מאשר להסתמך על מידע מסיבי אך כאוטי, המכיל שלל אותות סותרים.

נפח נתונים מופרן לא רק שאינו מבטיח דיקוק גבוה יותר, אלא עשוי להוביל למסקנות מעוותות - בשל נוכחות רעשים, תכנים עוודים, קורלציות חבוית ומידע שאין רלוונטי. במקרים כאלה, הסיכון להדרכה יתרה של מודלים עולה ואמינות התוצאות האנליטיות פוחתת

בבנייה, האתגר המרכזי בעבודה עם נתונים גדולים הוא קביעת כמות ואיכות הנתונים האופטימליים. לדוגמה, במקבב אחר מצב מבני בטון, השימוש באלפי היישנים ואייסוף מידע מידי עשויה לכל דקה לעמיס על מערכת האחסון והניתוח. עם זאת, אם נבצע ניתוח קורלצייה ונבחר 10% מההיישנים המידע ביותר, ניתן להשיג דיקוק תחזיות כמעט זהה, תוך שימוש במסאים הרבה פחותים, לעיתים בעשרות ואף מאות פעמים.

השימוש במיוט נתונים מפחית הן את נפח האחסון הנדרש והן את זמן העיבוד, מה שמחזית באופן משמעותי את העלויות של אחסון וניתוח נתונים ולעתים קרובות הופך את הדגימה האקראית לפתרון אידיאלי עבור אנלטיקה תחזיתית, במיוון בתנאים של פרויקטים תעשייתיים גדולים או בעבודה בזמן אמת. בסופו של דבר, היעילות של תהליכי הבניה נקבעת לא על ידי נפח הנתונים שנאוסף, אלא על ידי איכות הנתיחה שלהם. ללא גישה ביקורתית וניתוח קרדי, נתונים עשויים להוביל למסקנות שגויות.

לאחר נפה נתונים מסוים, כל יחידת מידע חדשה מספקת תוצאה מועילה פחות ופחות. במקום איסוף אינסופי של מידע, חשוב להתמקד בייצוגיות שלו ובשיטות הניתוה (איור 9.22.).

תופעה זו מתוארת היטב על ידי אלן וליס, אשר מודגמים את השימוש בשיטות סטטיסטיות באמצעות דוגמה של ניסוי שני. קונסטרוקציות חלופיות של פגמים של הצי האמריקאי.

מקבל 1 A מחק כדי ביצוע סדרת יריות זוגיות. בכל סיבוב, (B-n A) הצי האמריקאי ניסה שתי קונסטרוקציות חלופיות של פגמים ולהפוך. הגישה הסטטיסטית הטנדרית מינה ביצוע מס' B-n 0 בהתאם לכך אם ביצועו טובים יותר או גרועים יותר מ, מקבל 1 ביותר מ-53% מהקרים A קבוע של ניסויים (למשל 1000, והגדלת המנצח על סמך התפלגות אחוזים) למשל, אם הוא מnbsp;נחשב לטוב יותר. (כאשר אלן וליס דן בבעיה כזו עם הקפטן גארט ל. שיילר, הקפטן התנגד לכך שניסוי כזה, כפי שצייטט אלן, עשוי להיות חסר תועלת. אם קצין ארטילריה הכם ומונזה כמו שיילר היה במקום, הוא היה רואה כמה מאות יריות שהণיסוי אינו צריך להשתייך או משומש שהשיטה החדש גורעה באופן ברור, או משומש שהיא עוללה על מה שציפו. – קבצת מחקר סטטיסטי משלחת בארץ הברית לאוניברסיטת קולומביה, בתקופת מלחמת העולם השנייה.

עיקרון זה נמצא בשימוש נרחב בתחוםים שונים. ברפואה, למשל, ניסויים קליניים של תרופות חדשות נערכים על דגימות אקראיות של מטופלים, מה שמאפשר להציג תוצאות סטטיסטיות משמעותיות מבלי צורך לבדוק את התroppה על כל האוכלוסייה החיה על פני כדור הארץ. בכלכלה ובסוציולוגיה נערכים סקרים מייצגים, אשר משקפים את דעת הציבור. מבלי צורך לשאול כל תושב המדינה.

בדומה לכך, מדיניות וארגוני מחקרעורכים סקרים של קבוצות אוכלוסייה קטנות כדי להבין מגמות חברתיות כלליות חברות בתחום הבניה יכולות להשתמש בדגימות אקראיות של נתונים כדי לנטר וליצור תחזיות לניהול פרויקטים.

נתונים גדולים יכולים לשנות את הגישה המדעי לחברה, אך אינם מחייבים את השכל היישר הסטטיסטי.

– תומס לנDSL-וולפר, "תומס לנDSL-וולפר", מהווית מצב הרוח של האומה כוון –

: מבחינת חיסכון במשאבים, כאשר אוספים נתונים לצורך תחזיות עתידיות וקבלת החלטות, חשוב לשאול את השאלה האם יש טעם להוציא משאבים ממשמעותיים על איסוף ועיבוד כמותות עצומות של נתונים, כאשר ניתן להשתמש בערכת נתונים קטנה וזולה יותר שננתן להרחיב בהדרגה? היעילות של דגימות אקראיות מראה כי חברות יכולות לצמצם עלויות בעשרות ואף אלף פעמים על איסוף והכשרת מודלים, על ידי בחירת שיטות איסוף נתונים שאינן דורשות כיסוי כולל, אך מספקות דיוק וייצוגיות מספקים. גישה כזו מאפשרת גם לחברות קטנות להציג תוצאות ברמה של תאגידים גדולים, תוך שימוש במשאבים נוספים הרבה יותרKatnins, דבר שהוא חשוב לחברות השואפות ליעיל את ההוצאות ולהציג את תהליכי קבלת ההחלטה המושכלות, תוך שימוש במשאבים קטנים. בפרק הבא נבחן דוגמאות של אנלטיקה ותחזיות על בסיס מערכות נתונים ציבוריות תוך שימוש ב الكلים של נתונים גדולים.

נתונים גדולים: ניתוח נתונים מערך של מיליון היתרי בנייה בסן פרנסיסקו

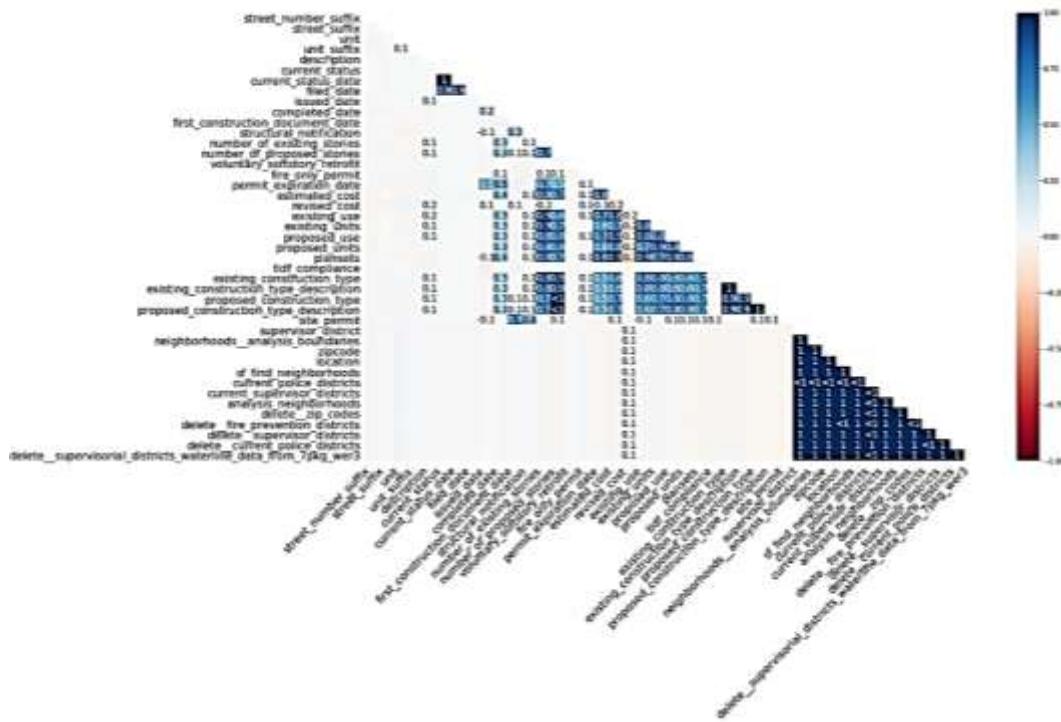
: עבודה עם מערכות נתונות פתוות מספקת הזדמנות יהודית לישם בפועל את העקרונות שנדונו בפרק הקודמים, בחירת תוכנות רציננית, דוגמה מייצגת, ויזואיזציה וניתוח בקורסית. בפרק זה נבחן כיצד ניתן לחקור תופעות מורכבות,

כגון פעילות בניה בעיר גודלה, באמצעות נתונים פתוחים - במיוחד, מעל מיליון רשומות על היתרי בניה בסן פרנסיסקו ממחיקת CSV רשותות בשני מערכות נתונים בפורמט נתונים ציבוריים על יותר מיליון היתרי בניה) איור 9.12 גולמית לנתחה לא רק של פעילות הבניה בעיר, אלא CSV הבניינים של סן פרנסיסקו מאפשרים לנו להשתמש בטבלה גם לנתחה ביקורתית של מגמות והיסטוריה של תעשיית הבניה בסן פרנסיסקו בעשורים האחרונים, משנת 1980 ועד 2019.

דוגמאות קוד שנעשה בהן שימוש ליצירת ויזואלייזציות של מערכת הנתונים (אייר 9.13- 9.18), כמו גם גרפים ויזואליים עם קוד, הסברים והערות ניתן למצוא בפלטפורמת Kaggle בחיפוש "סן פרנסיסקו. מגזר הבניה 1980-2019".

The screenshot displays two tables of building permit data from a public dataset. The left table, titled 'Building Permits on or after January 1, 2013', shows a count of 1,137,695 permits issued. The right table, titled 'Building Permits before January 1, 2013', shows a count of 880 permits issued. Both tables include columns for permit creation date, description, current status, current status date, filed date, issued date, completed date, permit number, permit expiration date, estimated cost, revised cost, existing use, zip code, and location. The data is presented in a clean, tabular format with green borders around the header rows.

אייר 9.12 מערכות הנתונים מכילות מידע על היתרי בניה שהונפקו עם תכונות שונות של האובייקטים.

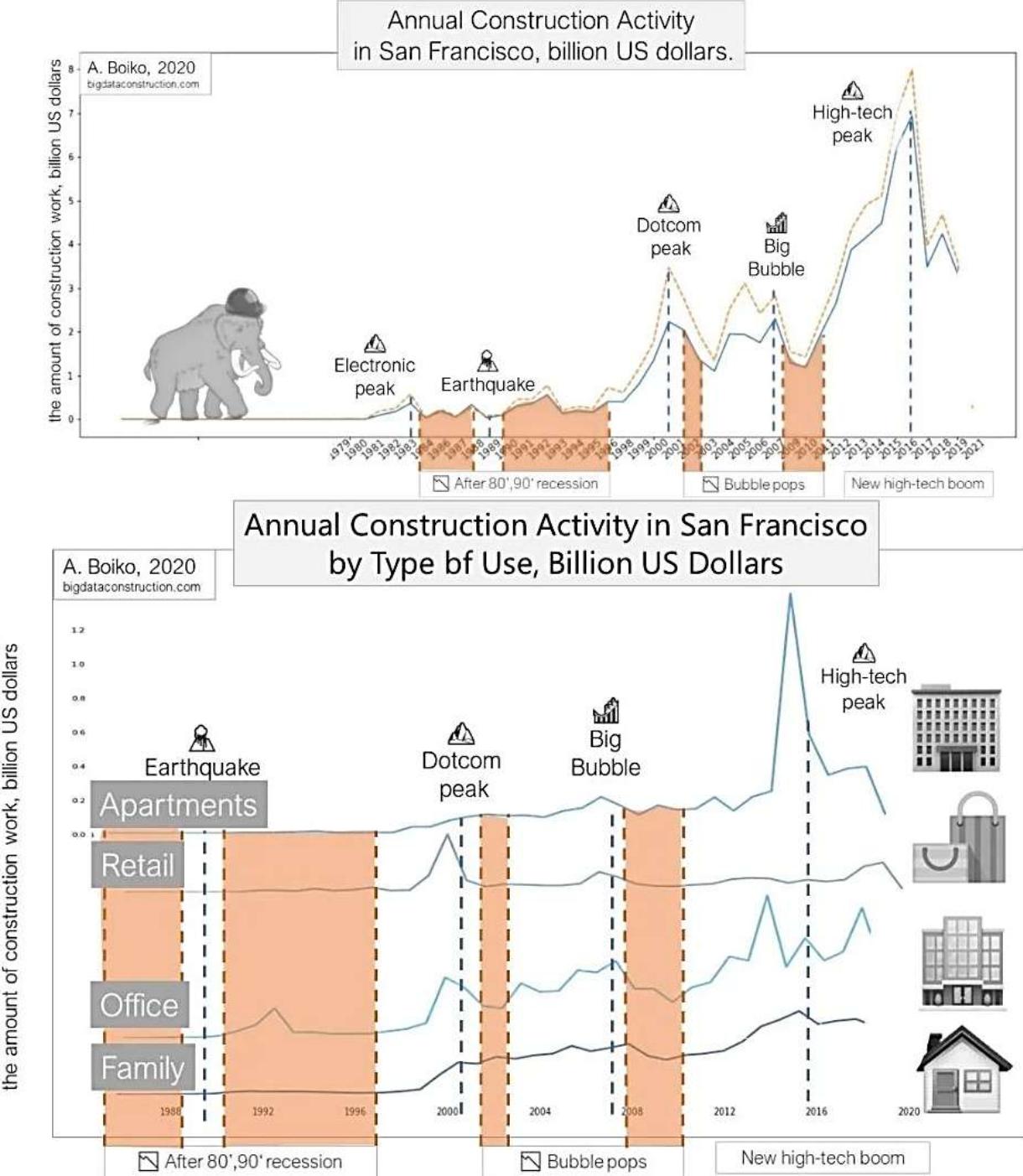


הממחישה את כל תוכנות מערכת הנתונים ועוזרת לחושף קשרים בין זוגות, (Pandas-Seaborn) איור 9.13 מפה חמה. תוכנות.

מהטבלה שספקה מחלוקת הבניינים של סן פרנסיסקו (אייר 9.12), (לא ניתן לראות מגמות או מסקנות. מספרים יבשים בצורה טבלאית אינם בסיס לקבלה החלטות. כדי להפוך את הנתונים ליזואליים וברורים, כפי שנדון בפרקם על ויזואליזציה ETL ויזואליזציה של נתונים, יש להציג באמצעות ספריות שונות שנדרנו בחלק השביעי של הספר בנושא ". של תוצאות בצורה של גרפים

על עלות Python, 1,137,695 וספריות ויזואליזציה של Pandas DataFrame לאחר ניתוח הנתונים, באמצעות הி�תרים, ניתן להסיק כי פעילות הבניה בסן פרנסיסקו קשורה קשר הדוק למחוזי כלכלה, במיוחד בתעשייה הטכנולוגית - המפתחת של עמק הסיליקון (אייר 9.14).

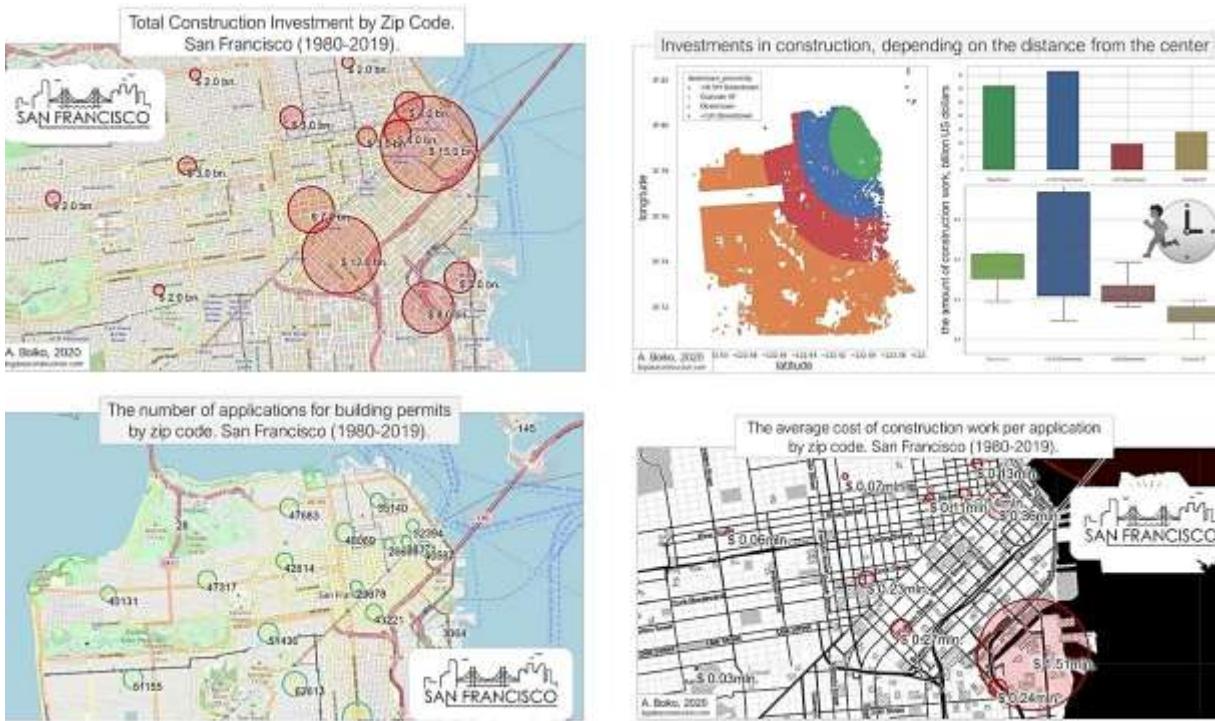
בומים כלכליים ושפלה משפיעים באופן משמעותי על מספר ועלות פרויקטי הבניה. לדוגמה, השיא הראשון בפעילות והשיאים והשפלה, Pandas-וב-Matplotlib), הבניה החל על בום האלקטרוניקה באמצעות שנות ה-80. לאחר מכן היו קשרים לבועת הדוט-קום ולboom הטכנולוגי של השנים האחרונות.



איור 9.14 בתחום הנדלן של סן פרנסיסקו, השקעות מתואמות עם ההתפתחות הטכנולוגית של עמק הסיליקון.

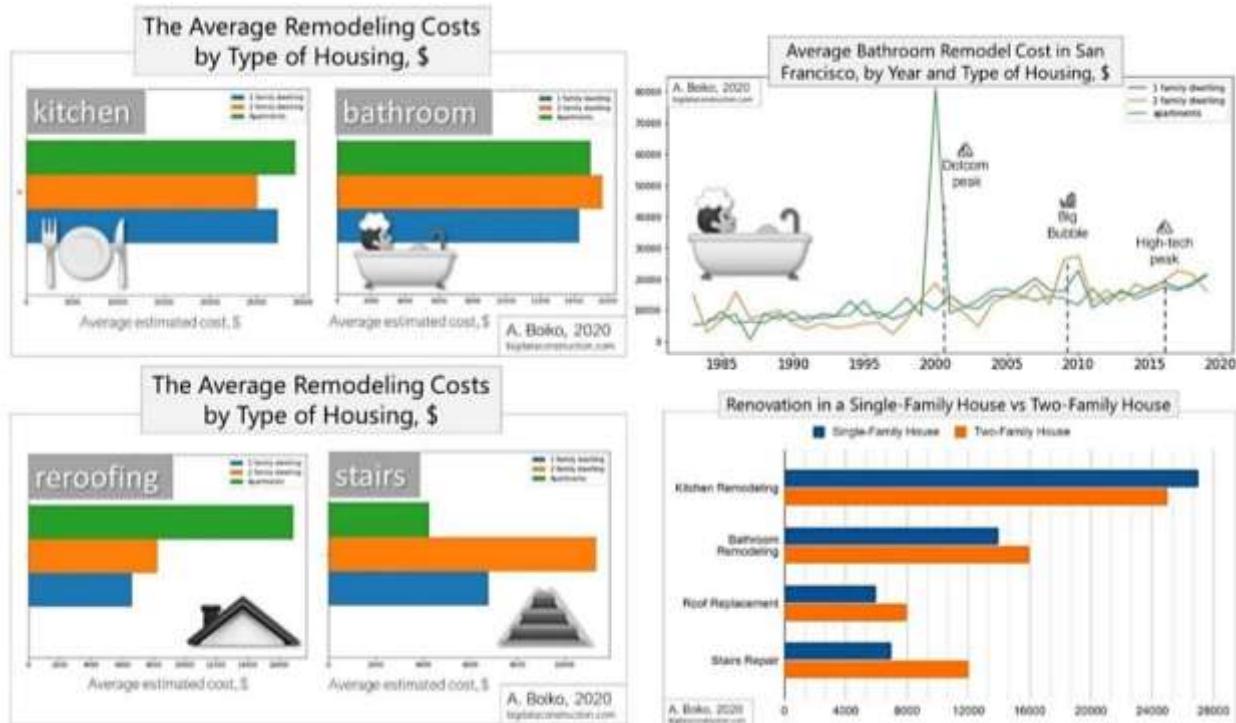
ניתוח נתונים אפשר להערך כי בסן פרנסיסקו, חלק גדול מ-91.5 מיליארד דולר שהושקעו בבנייה ושיפוץ בעשור האחרון והספרייה הווירואלייזציה Pandas-Agora Folium) (נעשה שימוש ב- 9.15 - לאחרו - מרווח במרקם העיר) מרווח ש- 75% - במרחך של 2 קילומטרים ממרכז העיר, מה שמשקף את הצפיפות הגבוהה יותר של השקעות באזורים המרכזיות הללו. עלות ממוצעת של היתרי בנייה משתנה באופן משמעותי בהתאם לאזור, כאשר הביקשות במרכז העיר יקרו פי שלושה מאשר מחוץ לו, בשל עלויות גובהות יותר של קרקע, כוח עבודה, חומראים ותקנות בנייה חמימות, המצריכות שימוש

בחוורפים יקרים יותר לשיפור היעילות האנרגטית.



בسان פרנסיסקו 75 אחוזים מההשקעות הבניה (91.5 מיליארד דולר (מרכזו בעיר) 9.15. ריש.

מערך הנתונים מאפשר גם ליחס מחירים מסוימים לשיפוץ לא רק לפי סוג בתים, אלא גם לפי אזורי העיר וכותבות ספציפיות (מיקודים). (בсан פרנסיסקו, הדינמיקה של עלות שיפוץ הדיור מציגה מגמות ברורות עבור סוג שיפוץ שונים: שיפוץ מטבח יקר משמעותית משיפוץ חדר אמבטיה). 9.16-השתמשו ב-Pandas-וב-Matplotlib (ריש) וסוגי דיור שיפוץ ממוצע של מטבח בבית חד משפחתי עולה כ-28,000 דולר לעומת כ-25,000 דולר בבית דו משפחתי.



ב森 פרנסיסקו שיפוץ מטבחים עולה כמעט כפול משיפוץ חדרי אמבטיה ובעלית בהם צרכים להחוסף **350** דולר מדי **9.16**. ריש.
חדש במשך **15** שנים כדי לכוסות את ההוצאות על שיפוץ בסיסי של הדירות.

ניתן לעקוב אחר האינפלציה בעלות הבניה בסן פרנסיסקו עם השנים על ידי ניתוח נתונים מקובצים לפי סוג דירור ושנים המראים עלייה מתמדת בעלות הממוצעת של שיפוץ מאז 1990 (Pandas-וב-Seaborn), 1990-השתמשו ב - **9.17**. ריש.
ומזהים מהזורי עלות של שלוש שנים בשיפוץ דירות.

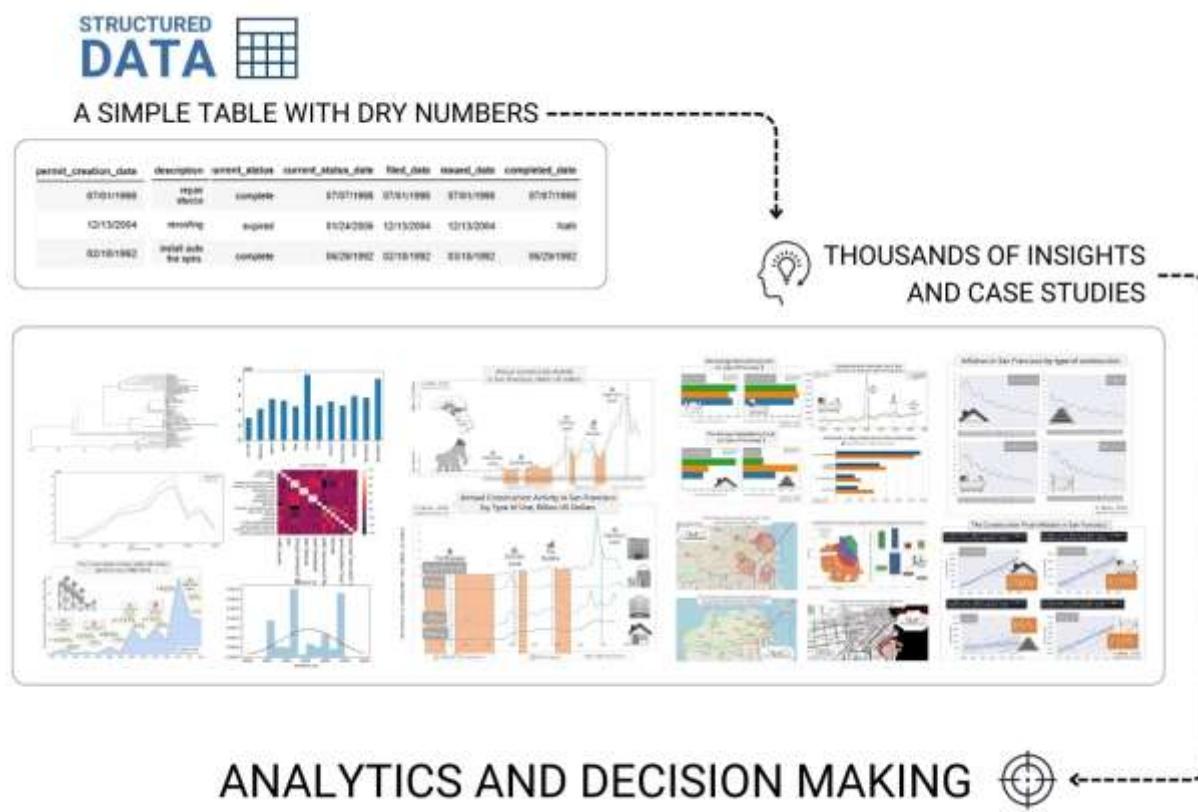


בין השנים **1980** ל-**2019** עלות שיפוץ חדרי אמבטיה בסן פרנסיסקו עלה פי חמישה, בעוד שSHIPOT גגות **9.17**. ריש.
ומטבחים עלה פי שלושה, ושיפוץ מדרגות עלה רק ב-**85%**.

מאפשר לחושף כי עלות הבניה בעיר משתנה (9.13) מחקר נתונים פותחים ממחלתת הבניה של סן פרנסיסקו, מאוד ולעיתים קרובות אינה ניתנת לחיזוי, כאשר היא מושפעת מגוון גורמים. בין הגורמים הללו נמצאים צמיחה כלכלית,

חדשנות טכנולוגית ודרישות יהודיות של סוג דיוור שונים

התהילך הפק לנגיש LLM, בעבר, לצורך ניתוח כזו נדרש ידע עמוק בתכנות ובאנלטיקה. עם זאת, עם הופעת כלוי וברור לקהל רחב של אנשי מקצוע בתעשייה הבניה, החל מהנדסים במחלקות תכנון וכלה בהנלה הבכירה של חברות



המעבר לנוטונים ויזואליים מאפשר אוטומציה של קבלת החלטות באמצעות זיהוי דפוסים סמיוטיים 9.18. ריש.

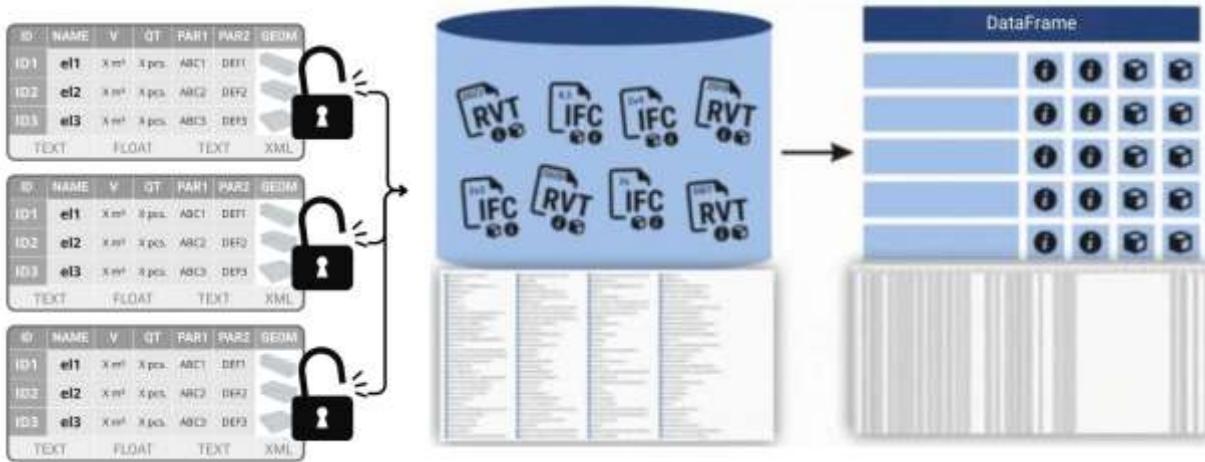
בדומה לנитוח הנתונים ממערך הנתונים של "מחלקת הבניה של סן פרנסיסקו", אנו יכולים להמחש ולנתח כל מערכ CAD או נתונים המתknבים מסדי נתונים, IoT נתונים - החל מתמונות ומסמכים ועד נתונים DWG.

דוגמה לנוטוני גדולים על בסיס נתונים CAD (BIM)

לצורך איסוף ויצירת CAD (BIM) בדוגמה הבאה ננתח מערך נתונים גדול, תוך שימוש נתונים מכלים שונים של אינטרנט אוטומטי (סקרייפט, שהוגדר לחיפוש ואיסוף קבצי פרויקטים crawler-crawler) ממערך נתונים גדול הנעשה שימוש בצלילה למצוא crawler-במשך מספר ימים, ה- IFC-IFC-RVT מתרירים המציגים מודלים ארכיטקטוניים בחינם בפורמטים DWG, IFC ו-RVT 156,024 קבצי IFC ו- 6,471 קבצי RVT ולהוריד 4,596 קבצי.

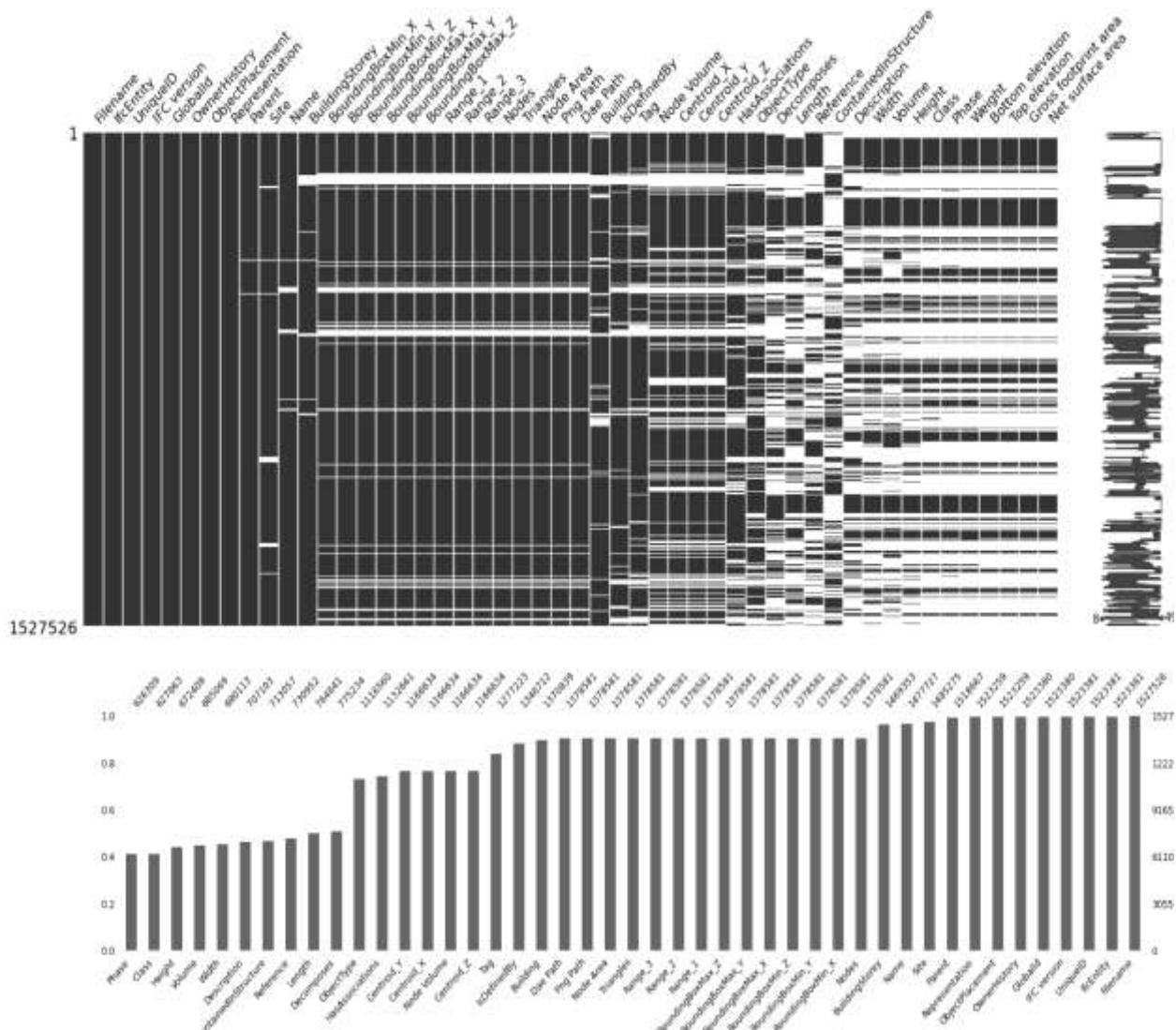
SDKs במערכות CSV בגרסאות שונות והמרתם לפורמט מובנה IFC-IFC-RVT לאחר איסוף הפרויקטים בפורמטים נאספו לקובץ טבלה גדול אחד בפורמט IFC-RVT הינמיים להנדסה הפקה, כמעט 10,000 פרויקטים Apache Parquet-Pandas DataFrame.-

HISTORICAL DATA = BIG DATA



- ריש 9.19. נתוני הפרויקט המובניםאפשרים לאחד כל כמות של פרויקטים לטבלה דו-ממדית אחת

- מכיל כ-4 מיליון ישויות (שורות) (ו- 24,962 תכונות IFC הנחוניות מאוסף זה מכילים את המידע הבא: אוסף קבצי המורכב מכש 6 מיליון ישויות (שורות, מכיל 27,025 תכונות שונות (עמודות) (RVT, (עמודות, (בעוד שאוסף קבצי אוסף מידע אלו (ריש 9.110) מכיסים מיליון רכיבים, עברו כל אחד מהם הושגו והוספו לטבלה הכללית (מלבד המגדיר את גבולות האובייקט בפרויקט (ונוצרו תמונות של כל Box Bounding קואורדינטות הגיאומטריה של - פתח XML וגיאומטריה בפורמט PNG רכיב בפורמט DAE (Collada). -



של מילוי 100 התוכנות הראשונות (so ספירה) ריש. 9.110. תת-קבוצה של 1.5 מיליון רכיבים והיזואלייזציה בזורה של היסטוגרמה -

כאשר כל התוכנות- RVT ו- IFC פרויקטי כך קיבלנו את כל המידע על שירותים מילוניים רכיבים מ- 4,596 פרויקטיhomero לזרת טבלה מבנית אחת (Bounding Box) מאפיינים של כל רכיב-ישות וגיאומטריות.

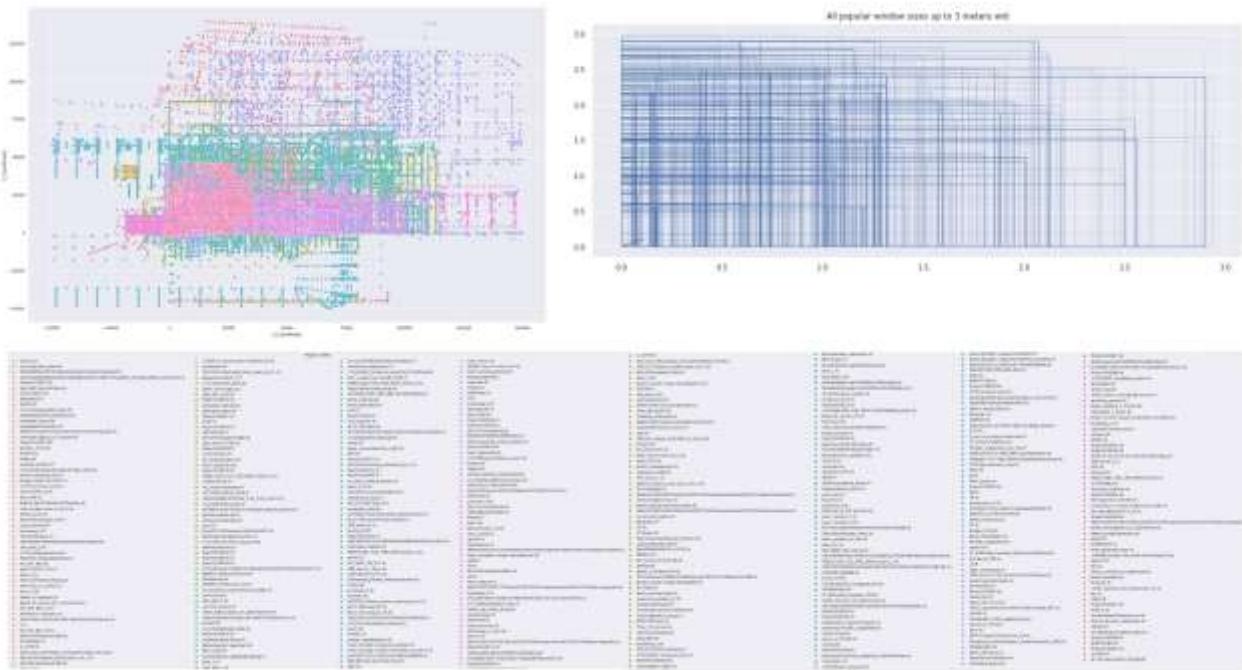
ההיסטוגרמות (ריש. 9.110, 9.26, 9.27. ריש. 9.27. שנבו במהלך הניתוח, מאפשרות להעריך במיראות את ציפיות הנתונים ותדרות הופעת הערכים בעמודות. זה נותן תובנה ראשונית על התפלגות המאפיינים, נוכחות חוסרים ופוטנציאל השימוש של תוכנות מסוימות בניתה ובבנייה מודלים של ---. למידת מכונה

הזמן", IFC-RVT אחד מהשימושים המעשיים של מערכ נתחנים זה (ריש. 9.110. הוא הפרויקט "5000 פרויקט מלא: מהכנה וניתוח נתונים ועד Pipeline עם פתרון Jupyter Notebook זה מוצג בפלטפורמת Kaggle. Python - pandas, matplotlib, seaborn, folium -. ועוד התוצאות באמצעות ספריות



9.111 דוגמאות לנתחה נתונים מפורמטי CAD (BIM) ריש.

על בסיס המידע המתה-דאטי ניתן לקבוע באילו ערים פותחו פרויקטים מסוימים ולהציג זאת על מפה (למשל, בעזרת folium). בנוסף, חותמות הזמן בנוחנים מאפשרות לחקור תבניות לפי זמן שMRIה או עERICA של קבצים (לפי ספריית **folium**, שעות היום וחודשים ימי השבוע).



9.112 אירן – ייזואלייזציה של המיקום הגיאומטרי של כל העמודים ומידות כל החלונות עד 3 מטרים בפרויקטים מהרשימה.

שהופקו מהמודלים, ניתנים גם לנתחה מצטבר. לדוגמה, באירן, בounding Box הפרמטרים הגיאומטריים בצורת מושגים שני גرافים: הגרף השמאלי מציג את הפיזור של המרחקים בין העמודים בכל הפרויקטיםビיחס לנקודות האפס, והגרף הימני מציג את מידות כל החלונות בגובה של עד 3 מטרים מתוך מדגם של עשרות אלפי אלמנטים חלוניים ("OST_Windows", "IfcWindows") לאחר קיבוץ כל מידע הנדרש לפירט "קטגוריה" עם הערך).

חתה השם "5000 פרויקטים Kaggle לדוגמה זו והערך הנתונים עצמו זמינים באתר Pipeline הקוד האנגלית של IFC-RVT | DataDrivenConstruction.io" [149]. המוכן יחד עם מערך הנתונים ניתן-Pipeline-אתה. ה-PyCharm, Visual Studio Code (VS Code), Jupyter Notebook, Spyder, Atom, Sublime Text, Eclipse PyDev, Thonny, Wing IDE, IntelliJ IDEA או בכלים מקוונים פופולריים Python, JupyterLab עם תוכן מוקונים זמינים Kaggle.com, Google Collab, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker.

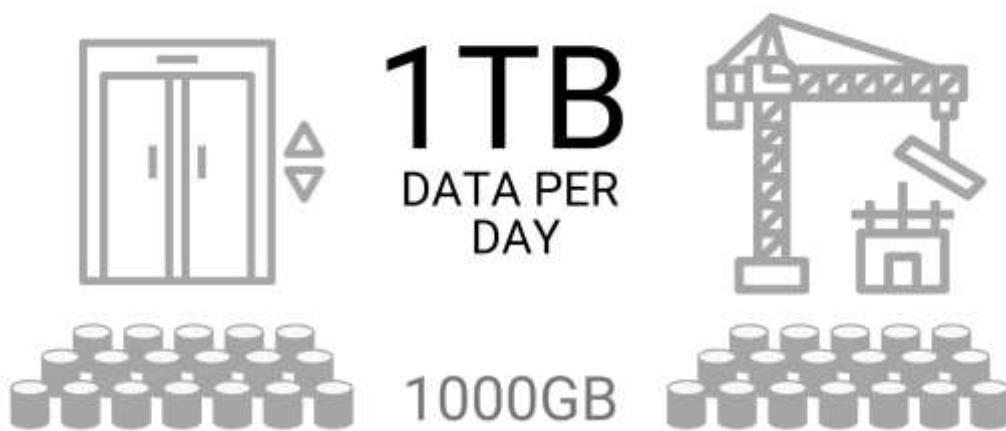
תפקיד מכריע בתהליכי קבלת החלטות בתשיית הבניה. הנותנים האנליטיים שהושגו כהוצאה מעיבוד ולימוד של כמיות עצומות של נתונים מובנים, ישקו

עם זאת, בעוד שפרטי הפרויקט או ההיתרים לבנייה הם מידע ייחודי סטטי, המשנה באירועות יחסית, תהליך הבניה עצמו – מצלמות, מערכות ניטור אוטומטיות, שימושים נתוניים בזמן: IoT מתמלא בהירות במגוון חישנים ומכשירים. כל אלה הופכים את אתר הבנייה לסביבה דיגיטלית דינמית, שבה יש לנתח נתונים בזמן אמת.

אינטראקט של הדברים וחוויה חכמים

משלו והופך IP) האינטראקטיבי של הדברים (מייצג גל חדש של טרנספורמציה דיגיטלי, שבו כל מכשיר מקבל כתחובה IoT והוא מושג המניה היבור של אובייקטים פיזיים לאינטראקט לזרוך איסוף, עיבוד והעברת IoT לחלק מהרשת הגלובלית נתונית. בנייתו זה אומד אפשרות לשילוט בתחוםי הבנייה בזמן אמיתי, למצוור אובדן חומרים, להזות בליי של ציוד וליעיל את קבלת החלטות.

הכנה לעתיד באמצעות בנייה מוחברת" [150], בעשור הקרוב תעבור תעשיית הבנייה CFMA לפי מאמר אחר בנייה – Connected Construction טרנספורמציה דיגיטלית רחבה היקף, שיא שלה יהיה המושג משולב ומואוטומטי לחולטוני.



או מקשרים נטונם בקשר לבנייה יכולם לייצר ולהעביר טרה-בייטים של בתונים ביום **T+9** מקשרי **9.113** אוור.

אתר הבניה הדיגיטלי שכל מרכבי הבניה – מתכון ולוגיסטיקה ועד ביצוע עבודות ובקרת איכות באתר הבניה יתאגדו במערכת אקוולוגית דינמית דיגיטלית אחת. קודם לכן, בפרק השביעי של – *zones* – במאזנות מצולמות קבועות ו一朵 המאפשר לארגן עיבוד נתונים בזמן אמת, **Apache NiFi**, כבר בוחנו את האפשרויות של הכלים הקיימים והפתוח מאיסוף מקורות שונים ועד העברת לאהסון או לפלטפורמות אנגליות –.

נתונים על התקומות הבניה, צירicut חומרים, מצב החיזוק ובתיות יוועבר בזמן אמת למערכות אנגליטיות. זה אפשר להזות סיכונים פוטנציאליים, להגב ב מהירות להפרות וליעיל תהליכי באתר. מרכבי המפתח של אתר הבניה הדיגיטלי -**គוללים**

- מעקב אחרי פרמטרים של הסביבה, ניטור ציוד הבניה ובקרת תנאי העבודה – IoT חיישני
 - דיגיטליים כפולים – מודלים וירטואליים של בניינים ותשתיות, המאפשרים לחזות סכנות אפשריות ולמנוע טעויות.
 - מערכות לוגיסטיות אוטומטיות – ניהול שרשראות אספקה בזמן אמיתי כדי לצמצם השבתות והוצאות.
 - מערכות בנייה רובוטיות – שימוש במכונות אוטונומיות לביצוע משימות שగրתיות ומסוכנות

לא רק יגבירו "Connected Site (Construction)" ומושג אתר הבניה הדיגיטלי IoT-רוביוטיזציה, שימוש נרחב ב-

(זיהוי בתדר רדיו). הן משמשות לזיהוי RFID גם תוויות T-Lo אחד המרכיבים החשובים של רכיבי ומעקב אחרי חומרים, ציוד ואפלו עובדים באתר הבניה, מה שմגביר את שקייפות וניהול המשאבים של הפרויקט.

משמשת לזיהוי אוטומטי של אובייקטים באמצעות אותות רדיו. היא מורכבת משלושה מרכיבים RFID טכנולוגיית מרכיבים:

- **פסיביות או אקטיביות** – מכילות מזהה ייחודי ומודבקות על חומרים, כלים או ציוד RFID תווית
 - **סורקים** – מכשירים שקוראים מידע מהתוויות ומעבירים אותו למערכת
 - **מסד נתונים מרכזי** – מאחסן מידע על מיקום, מצב ותונועת אובייקטים

בבנייה RFID-השימוש ב

■ ניהול אוטומטי של חומרים – תוויות על מוצרים מבטון מוכנים, ברזל או חבילות עם אנלימים סנדוויץ. אפשרות לשילוט במלאי ולמנוע גנבות.

של עובדים רושמות את זמן תחילת וסיום המשמרות, מה שמבטיחה RFID בקרת עבודה של עובדים – תעוזות ניהול זמן עבודה.

עקבות אחרי תנועה ציוד, מנועת השבתות ומגירה את היעילות של הלוגיסטיקה RFID ניטור ציוד – מערכת את ערכות הטכנולוגיה זו משלימים חווים חכמים מבוססי טכנולוגיות בלוקצ'ין, המאפשרים לאותם תלולים, בקרה אספקות ואכיפת תנאים ללא צורך במתוכים, מה שמחזית את הסיכון להונאה העיקובים.

כיוון, בהיעדר מודל נתונים אחיד, חווים הקיימים מהווים פשוט קוד שמסכימים עליו המשתתפים. עם זאת בגישה מונחת נתונים ניתן ליצור מודל משותף של פרטורי החווה, לקודד אותו בבלוקצ'ין ולמכן את ביצוע התנאים.

RFID ותוויות IoT לדוגמה, במערכת ניהול אספקה, חוות חכם יכול לעקוב אחרי משLOW הסחורה באמצעות חיישני – ולבצע אוטומטית את התשלום עם הגעתה. באופן דומה, באתר הבניה, חוות חכם יכול לתעד את סיום שלב העבודה לדוגמה, התקנת ברזול או יציקת יסודות – בהתאם על נתונים מחלל או חיישני בניה וORIZום אוטומטי את התשלום הבא לקבילן מבלי צורך בבדיקות ידניות ובמסמכים פיזיים אך למראות הטכנולוגיות החדשנות והמאיצים של ארגונים בינלאומיים לסטנדרטיזציה, מספר סטנדרטים מתחרים מסובכים IoT את הנוף של.

(IoT) לפי מחקר של סיסקו שפורסם בשנת 2017, כמעט 60% מהיוזמות בתחום האינטרנט של הדברים שלחן כהצלחה מלאה IoT-נעיצרות בשלב הוכחת הקונספט, ורק 26% מהחברות רואות את פרויקטי ה יתרה לכך, שלישי מהפרויקטים שהושלמו לא משיגים את המטרות המוצחרות ולא נחשבים להצלחה גם לאחר היישום.

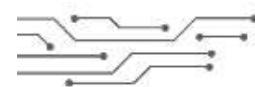
אחת הסיבות המרכזיות היא חוסר תאמות בין הפלטפורמות המעובדות נתונים מחיישנים שונים. כתוצאה לכך, הנתונים נשאים מבודדים במסגרת פרטנות נפרדים. חלופה לגישה זו, כמו במקרים דומים (עליהם דנו בספר זה, (היא ארכיטקטורת הבניה סביב הנתונים עצם נכנס המרכז).

משחקים תפקיד מרכזי לא רק בעקב אחר מצב הטכנולוגי של הציר, אלא גם בניתוח חייזי IoT חיישני המאפשר להפחית סיכון באתר הבניה ולהגבר את הפרודוקטיביות הכלכלית של התהליכים, על ידי חייזי תקלות וסתירות.

יכולים להתעד בזמן אמיתי על ידי אלגוריתמים של מידע RFID ותוויות IoT הנתונים שנאספים באמצעות חיישני מכונה, המסוגלים לזהות anomalיות ולהתריע מראש למחנדים על תקלות פוטנציאליות. זה יכול להיות כמו הופעת סדקים מיקרוסקופיים במבנים מבטון, או הפסוקות לא אופייניות בעבודת מנוף, המעידות על תקלות טכניות או הפרות של נHALIM יתרה לכך, אלגוריתמים מתקדמים לנתחות התנהגות אפשרים לתעד דפוסי התנהגות, שיכולים להעיד, למשל, על עייפות פיזית של העובדים, מה שגורם את רמת הנהול הפרואקטיבי של הבטיחות ורווחת העובדים באתר.

קורות בפתאומיות. בדרך כלל, ישן סתיות rarely – בתעשייה הבניה, תאונות ותקלות – בין אם טכניות או אנושיות קטנות שמקדיימות אותן, אשר נשארות לא מורגשות. ניתוח חייזי ולמידת מכונה מאפשרים לזהות אותן בשלב מוקדם, עוד לפני שההשלכות הקritisיות מתראחות.

יוצרים עקבות דיגיטליות של פרויקטי הבניה, או RFID ותוויות IoT אם המסמכים, קבצי הפרויקט והנתונים מחיישני למידת מכונה מסייעת להפיק מהם ידע שימושי. עם עליית נפה הנתונים ודמוקרטיזציה של הגישה לנתונים, תעשיית הבניה מקבלת הזדמנויות חדשות בתחום הנתחוה, החייזי והשימושי לבינה מלאכותית.

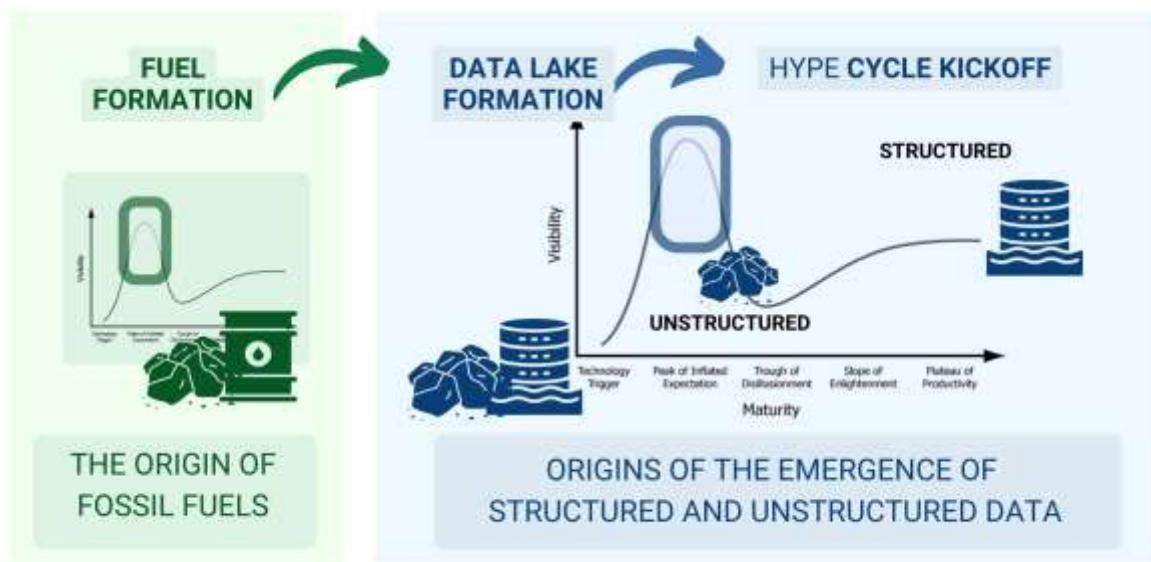


פרק 9.2. למידת מכונה וחיזויים

למידת מכונה ובינה מלאכותית ישנו את האופן שבו אנו בונים

ביסיסי הנחותם של מערכות שונות בעסקי הבנייה - עם התשתית המתקבבת והולכת ומסובכת שלhn - הופכים להיות קרקע פורייה לפתרונות עתידיים. השרטים של החברה, בדומה לעיר, בעליים במידע חשוב, לעתים קרובות מושtar מתחת לפני השטח, בעמקי התקיות והשרותים. כמפורט הנחותם מערכות שונות, הנוצרות כיוון - לאחר השימוש, צניחה לתחתיות השרת ולאחר ההאננות של שנים רבות - הפקו לכך עבור מודלים של למידת מכונה ומודלים לשוניים בעתיד על בסיס המודלים הפנימיים הללו, תוך שימוש באחסונים מרכזיים, ייבנו צ'אט פנימיים של חברות (למשל, גרסה נפרדת המאפשרים לקבל מידע במהירות ובנוחות וליצור, LLaMa, Mistral, DeepSeek), מותאם מקומית של ChatGPT.

את הגרפים, הלוחות והמסמכים הנדרשים.

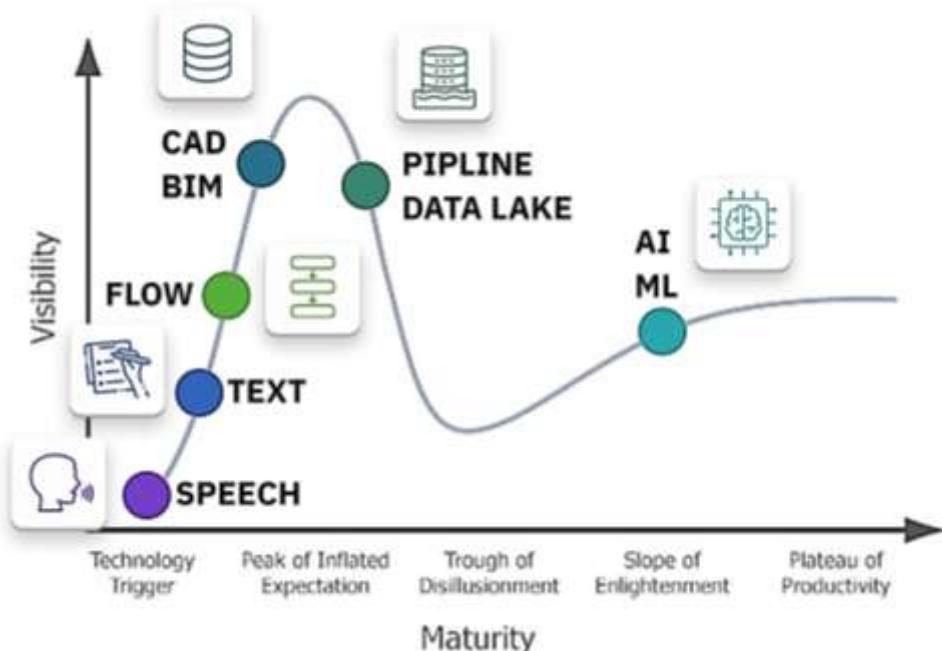


כמו שעיצים הופכים לפחם, כך גם מידע עם הזמן, תחת לחץ הזמן והאנגליטים, הופך למקורות אנרגיה יקר ערך עבר ריס 9.21. העסק -

התאנה של חומר צמחי בשילוב עם לחץ וטמפרטורה יוצרת מסה הומוגנית ומינוחת של עצים ממינים שונים, שהיו בזמןים שונים - פהם [152]. אך גם המידע, שנרשם על דיסקים קשיים בפורמטים שונים ובזמנים שונים תחת לחץ של מחלקות האנגליזה וטמפרטורת ניהול האיכות, בסופה של דבר יוצר מסה הומוגנית ומוסדרת של מידע יקר ערך (ריס 9.21). -

השכבות הללו (או לעיתים קרובות, פיסות מידע מבודדות) נוצרות בעורמת עבודה קפדנית של ארגון נתונים על ידי אנגליטים מנוסים, המתחלים בהדרגה לחץ מידע יקר ערך מנתונים, שלכארה, כבר אינם רלוונטיים. ברגע שהשכבות המבשילות הללו מפסיקות פשוט "לבוער" בדו"ח, ומתחלות לזרום בתהליכי העסוק, מעשרות את החלטות ומשפרות את התהליכיים, החברה מוכנה לשלב הבא - המעבר ללמידה מכונה ואינטלייגנציה מלאכותית (ריס 9.22)

היא קבוצה של שיטות לפתור בעיות של אינטיליגנציה (ML - Machine learning) למידת מכונה מלאכותית. אלגוריתמים של למידת מכונה מזהים תכניות גדולות של נתונים ומשתמשים בהן כדי למדוד באופן עצמאי. כל סט נתונים חדש מאפשר לאלגוריתמים מתמטיים להשתפר ולהתאים את עצם בהתאם למידע שהתקבל, מה שמאפשר להעלות את דיק המלצות והתוצאות באופן מתמיד.



- דעיכת הטכנולוגיות לייצור נתונים ושימוש בכלים אנליה פותחים את הדרך לנושא של למידת מכונה 9.22. ריס

כפי שאמר בראיון בשנת 2023 מנכ"ל משפט של קרן השקעות הגדולה בעולם (שבבעלותה חברות מניות מרכזיות כמעט בכל החברות הגדולות המייצרות תוכנה לבנייה, כמו גם חברות המזקקות בכמות הגדולה ביותר של נדל"ן בעולם. למידת מכונה תנסה את עולם הבנייה - [55].

לאינטיליגנציה מלאכותית יש פוטנציאל עצום. היא תנסה את האופן שבו אנו עובדים, את האופן שבו אנו חיים. אינטיליגנציה מלאכותית ורוביוטיקה ישנו את האופן שבו אנו עובדים וכיitzד אנו בונים, ונוכל להשתמש באינטיליגנציה מלאכותית ורוביוטיקה באמצעות פרודוקטיביות רבה יותר [153]. מנכ"ל קרן הגדולה בעולם, ראיין, ספטמבר 2023.

פועלת על ידי עיבוד כמויות גדולות של נתונים, תוך שימוש בשיטות סטטיסטיות כדי לחקות היבטים (ML) למידת מכונה של השיבת אונסית. עם זאת, רוב החברות אינן מחייבות במערכות נתונים כאלה, ואם ישנן, הם לעיתים קרובות אינם להוות עילה יותר ML-מסומנים ראוי. כאן יכולות לעוזר טכנולוגיות סמנטיות וŁמיה מעבירה - שיטה המאפשרת לבעודה עם כמויות קטנות של נתונים, היתכנות אשר נדונה בפרק הקדומים של חלק זה

מהות הלמידה המעבירה היא שבמוקם לעבד כל משימה מאפס, ניתן להשתמש בידע שהושג בתחוםים קרובים. יש להבין כי תכניות וגילויים מתחומים אחרים של הכללה יכולים להיות מותאמים ויישומים בתחום הבנייה. לדוגמה, שיטות אופטימיזציה של תהליכי לוגיסטיקה, שפותחו בתחום הקמעונאות, מסייעות לשפר את היעילות של ניהול שרשראות

הاسפקה בבניה. גיתוח נתונים גדולים, המושם באופן פעיל בתחום הפיננסים, יכול לשמש להיזוי עלויות ולניהול סיכונים בפרויקטם של בנייה. טכנולוגיות ראייה ממוחשבת ורוביוטיקה, המפתחות בתעשייה, כבר מוצאות יישום בברית אינטלקטואלית, ניטור בטיחות וניהול אתרים באתר הבניה.

הלמידה המעבירה מאפשרת לא רק להאיץ את הכנסת החדשנות, אלא גם להפחית את העלות של פיתוחן, תוך שימוש בניסיון שכבר צברו תחומי אחרים.

$$\text{labor productivity in construction} = f(\text{AI})$$

טכנולוגיות אינטלקטואלית ורוביוטיקה יהפכו לכוח המניע המרכזי של העתיד לשיפור הפרודוקטיביות בתחום 9.23. ריש - הבניה

ריש, 4.419. החשיבה האנושית בינוי על עיקרון דומה: אנו נשענים על ידע קודם כדי לפתור בעיות חדשות (ריש 4.420, 4.421). ריש, מפחית את הצורך בكمויות גדולות ML אלגנטית, ניתן להפחית את מורכבות המשימה עבור האלגוריתמים של זה, בתורו, מפחית את הצורך במערכות גודלות. -- של נתונים ומצמצם את העלות החישובית

מע סובייקטיבית לחזוי סטטיסטי

הולם ונעלם. בתנאים של (ריש, 9.24) העידן שבו החלטות אסטרטגיות היו תלויות באינטואיציה של מנהלים בודדים תחרות גוברת ומצבים כלכליים מורכבים, גישה סובייקטיבית הופכת להיות מסוכנת ולא יעילה מדי. חברות שמשVICות להסתמך על דעתות אישיות במקום על ניתוח נתונים אובייקטיבי, מפסידות את יכולת הagine במיראות לשינויים.

הסבירה התחרותית דורשת דיווק וחזרתיות, המבוססים על נתונים, תבניות סטטיסטיות וסיכויים ניתנים לחישוב. החלטות כבר יכולות להסתמך על תחשות, הן חייבות להסתמך על קורלציות, מגמות ומודלים חזוי שהושגו באמצעות אנליטיקה ולמידת מכונה. זו רק החלפת כלים - זו החלפת לוגיקת החשיבה מהנהחות - לעובדות, מסיכויים סובייקטיביים - להפרשים מחושבים סטטיסטיות, מהרגשה - לעובדות.



(הדרעה של העובד המרוויח ביותר (עם הגעת הנתונים האגדולים ולמידת HiPPO עדין החלטות המתקבלות על ידי 9.24. ריש. המכונה ייעלם.

מנהיגים המסתמכים אך ורק על תחומיותיהם האישיות יתקלו במצבים חדשים: סמכות כבר לא קובעת את הבחירה. במרכז ניהול נמצאות כתובות המנתחות מילוני פרמטרים וכיוונים, חוות דעתם סטטיסטיים ומציאות אסטרטגיית אופטימליות.

הסיבה העיקרית לכך שהברורות עדין נמנעות מהטמעת למידת מכונה היא חוסר השקיפות שלה. רוב המודלים עבור מנהלים פועלים כמו "קופסאות שחורות", מבליל להסביר כיצד הם מגיעים למסקנותיהם. זה מוביל לביעות: אלגוריתמים יכולים לחזק סטריאוטיפים ואפילו ליצור מצבים אבסורדיים, כמו במקרה של הצעת של מיקרוסופט, שהפך בהרבה לключи תקשורת רעל.

IBM גاري קספרוב, אלוף העולם לשעבר בשחמט, מש夸 על תבוסתו למחשב "Deep Thinking" בספר הוא טוען שהערך האמתי של אינטיגנץיה מלאכותית אינו בעתקת אינטיגנץיה אנושית, אלא Big Blue. בהשלמת יכולותינו. אינטיגנץיה מלאכותית צריכה לבצע משימות שבן אדם חלשים, בעוד שבני אדם מבאים יצירתיות. מחשבים שינו את הגישה המסורתית לניתוח שחמט. במקום ליצור סיפורים מרתקים על משחקים, תוכניות שחמט מוחשבות מעריכות כל מהלך באובייקטיביות, בהתבסס רק על כוחו או חולשתו, הממשית. קספרוב מצין שהנטיה האנושית לתפוס אירועים כסיפורים מהוברים, ולא כפעולות נפרדות. לעתים קרובות מובילת למסקנות שגויות - לא רק בשחמט, אלא גם בחיים בכלל.

לכן, אם אתם מתכוונים להשתמש בלמידה מיידת מכונה לצורך חיזוי וניתוח, חשוב להבין את העקרונות הבסיסיים שלה - כיצד פועלים האלגוריתמים וכי怎 מעובדים הנתונים, לפני שתתחלו להשתמש בכלים של למידת מכונה ואינטיגנץיה מלאכותית בעבודתכם. הזרך הטובה ביותר להתחילה היא באמצעות ניסיון מעשי.

וסת הנתונים Jupyter Notebook אחד הכלים הנוחים ביותר להיכרות ראשונית עם גושא למידת מכונה והיזויים הוא שיאפשר לכם להבין בצורה מוחשית את השיטות המרכזיות לנתח נתונים ובניה מודלים. Titanic הקלסי הפופולרי

של למידת מכונה

דעתהסט טיטניק: שלום עולם ניתוח נתוניים ונתוניים גדולים

אחד מהדוגמאות המפורסמות ביותר לשימוש בלמידת מכונה בניתוח נתונים הוא ניתוח סט הנתונים "טיטניק", אשר בקורס "Hello World" משמש לעיתים קרובות ללימוד היסודי להישרדות נסעים. חקר טבלה זו הוא אנלוגיה לתוכנית שפותה תכונה.

בשנת 1912 הביאה למותם של 1502 2224 אנשים. סט הנתונים של טיטניק RMS Titanic הטעינה של מכיל לא רק מידע על כך אם נוסע שרד, אלא גם תכונות כמו: גיל, מין, מעמד חברתי ועוד פרמטרים. סט הנתונים זהה זמין בחינם, וניתן לפתוח ולנתח אותו בפלטפורמות שונות באוף-ליין ובאונליין.

קישור לסט הנתונים של טיטניק:
<https://raw.githubusercontent.com/datasets/master/titanic.csv>

אחת הסביבות - Jupyter Notebook ושינויים עתידיים בתכנות "כבר נדונה LLM-עם תמייה בIDE" בפרק Jupyter Notebook-הפופולריות ביותר לפיתוח ניתוח נתונים וללמידה מכונה. חלופות חינומות מבוססות ענן ללא התקנת תוכנה וספקות גישה Python המאפשרות להריץ קוד Kaggle או Google Collab, הן הפלטפורמות חינמית למשאים חישוביים.

קגל – הפלטפורמה האדומה ביותר לנתח נתונים, תחרויות בלמידת מכונה עם סביבה מובנית להרצה קוד. נכון לאוקטובר 2023, לקלג יש יותר מ-15 מיליון משתמשים מ-194 מדינות.

הורד והשתמש בתוכני הטיטניק בפלטפורמת קגל (איו 9.25, כדי לאחסן את הנתונים) עותק שלהם (ולהרץ קוד - מוגדר IDE פיתון עם ספריות מותקנות מראש ישרות בדףן, מבלי צורך להתקין



איור 9.25 סטטיסטיות של טבלת הטיטניק – הנתונים הפופולריים ביותר ללמידה נთונה ולמידה מכונה.

במהלך טביעתה בשנת 1912. הנתונים RMS Titanic נתונים הטיטניק כוללים מידע על 2224 נוסעים שהיו על הספינה מה שמאפשר להשתמש בהם, (train.csv) וקובוצת בדיקה (test.csv) מוצגים בשתי טבלאות נפרדות – קבוצת אימון (train.csv) והקבוצות לא-אימון (test.csv).

- מיוועדת לבדוק את ביצועי המודל על נתונים חדשים ולענידר את דיווקו
קבוצת האימון מכילה הן את תכונות הנושאים (גיל,מין, מעמד חברתי ועוד (והן מידוע על מי שרד) (עמודה עם ערכים
משמשת לאימון המודל. קבוצת הבדיקה (אויר train.csv אויר 9.26 – קובץ) ביןאריים "שרד". קבוצת האימון
כוללת רק את תכונות הנושאים ללא מידע על שורדים (לא העמודה "שרד"). קבוצת הבדיקה (קובץ test.csv –
9.27

כך, יש לנו כמעט תכונות זהות של נוסעים בקבוצות האימון והבדיקה. ההבדל המרכזי הוא שבקבוצת הבדיקה יש לנו רשימה של נוסעים שבה חסירה העומודה "שיד" – המשטנה המטרה שאותו אנו רוצחים ללמידה לחוזות באמצעות "אלגוריתמים מתמטיים שונים. לאחר בניית המודל נוכל להשוות את הפלט של המודל שלנו עם הפרמטר האמיתי" שיד מקבוצת הבדיקה, אשר נחשב להערכת התוצאות.

העמודות העיקריות בטבלה, פרמטרי הנוסעים בקבוצות האימון והבדיקה:

PassengerId – זהה יהודי של נוסע

אם הנוסע שרד, 0, אם מת (חסר בבדיקה) 1

Pclass – (1, 2 או 3)

שם הנושא –

מיון הגונס (זכר/נקבה) – Sex

Age – גיל

מספר אחים/אחיות או בני זוג על הספינה – סיבסיב

מספר הורים או ילדים על הספינה – Parch – ■■■

מספר כרטיס – Ticket – ■■■

מחיר כרטיס – Fare – ■■■

מספר קבינה (רבים מהנתונים חסרים) – Cabin – ■■■

(סאות' המפטון = S, קווייסטאון = Q, שרבור = C) נמל העליה – Embarked – ■■■

(איור 9.26, איור 9.27 missingno 9.27) כדי להמחייב נתונים חסרים בשתי הטבלאות ניתן להשתמש בספרייה הממחישה ערכיהם חסרים בצורה של יישוגרמה, שבה השדות הלבנים מראים נתונים חסרים. ההנחה כזו מאפשרת להעריך במהירות את איקות הנתונים לפני עיבודם.



איור 9.26 באמצעות מספר שורות קוד ניתן למחייב את הנתונים החסרים בקבוצת האימון של הטיטניק, כאשר הfrmטטן המרכזיא לאיימון הוא הfrmטטן "שרד".



ויזואיזציה של נתונים חסרים בסט הנתונים של טיטanic, אשר מכיל רק את מאפייני הנוסעים ללא מידע נוסף **9.27%** אויר.

השעות ומבצע תוצאות על בסיס סט הנתונים, ניתוח חזותי מסיע לחושף דפוסים **לפניהם** מרכזים בנתונים, להעריך את אינוכם ולקבוע תלות אפשרית. ישנו מגוון שיטות וויזואיזציה המסייעת להבין טוב יותר את סט הנתונים של טיטanic. ניתן להשתמש בגרפים של התפלגות לנитוח קבוצות גיל של נוסעים דיאגרמות היישרות בהתאם למגדר ולמחלקה, כמו גם מטריצות של נתונים חסרים כדי להעריך את אינוכם המידע ולהבין את הנתונים.

❷ לסייע לנו בוויזואלייזציה של הנתונים מסט הנתונים של טיטanic, לשם כך נשלח את **LLM**-נבקש מ**LLM** (ChatGPT, LlaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN): או כל מודל אחר:

הראה בבקשת כמה גרפים פשוטים לסט הנתונים של טיטanic. הורד את סט הנתונים בעצמך והציג את הגראפים

❸: בצורה של קוד מוכן וגרפים, הממחישים את פרמטרי סט הנתונים **LLM** תשובה

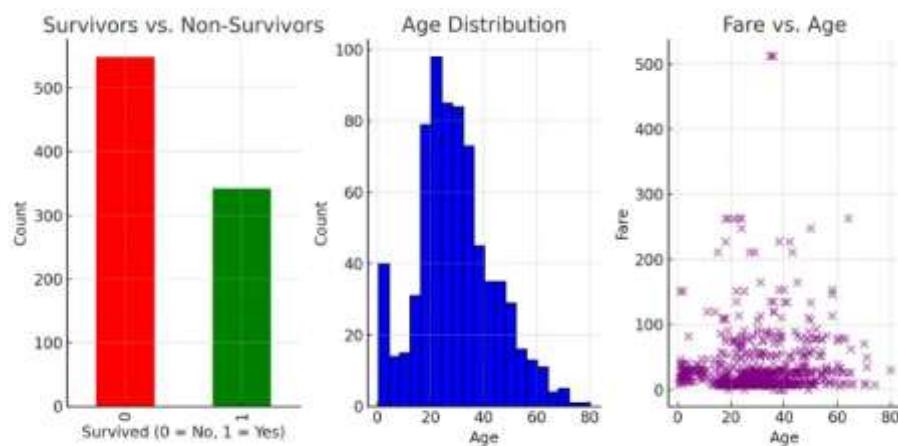
Create in LLM Chat

```

1 import pandas as pd
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Load the dataset
5 file_path = "/mnt/data/titanic.csv"
6 df = pd.read_csv(file_path)
7
8 # Convert column names to lowercase for consistency
9 df.columns = df.columns.str.lower()
10
11 # Basic Plots
12 plt.figure(figsize=(10, 5))
13
14 # Bar Chart: Survival Count
15 plt.subplot(1, 3, 1)
16 df['survived'].value_counts().plot(kind='bar', color=['red', 'green'])
17 plt.title("Survivors vs. Non-Survivors")
18 plt.xlabel("Survived (0 = No, 1 = Yes)")
19 plt.ylabel("Count")
20
21 # Histogram: Age Distribution
22 plt.subplot(1, 3, 2)
23 df['age'].dropna().plot(kind='hist', bins=20, color='blue', edgecolor='black')
24 plt.title("Age Distribution")
25 plt.xlabel("Age")
26 plt.ylabel("Count")
27
28 # Scatter Plot: Fare vs. Age
29 plt.subplot(1, 3, 3)
30 plt.scatter(df['age'], df['fare'], alpha=0.5, color='purple')
31 plt.title("Fare vs. Age")
32 plt.xlabel("Age")
33 plt.ylabel("Fare")
34
35 # Show the plots
36 plt.tight_layout()
37 plt.show()

```

Run in IDE



מסיע להשיג מיידית ויזואלייזציה של נתונים הסט 9.28 LLM אויר.

ויזואלייזציה של נתונים היא שלב חשוב, המאפשר להכין את סט הנתונים לבניית מודל למידת מכונה, אליו ניתן להעביר רק לאחר הבנת הנתונים.

למידת מכונה בפועל: מנוסעים בטיטאנייק לניהול פרויקטים

השיעור המרכזית, המיעדת לחקר יסודות למידת מכונה על בסיס סט הנתונים של טיטאנייק, היא כי קבוצות מסוימות שלalous נסועים היו בעלות סיכון גבוה יותר לשוד.

טבלה קטנה של נסעי טיטאנייק הacula לפופולריות ברחבי העולם, ומיליוני אנשים משתמשים בה ללמידה ניסויים ובדיקה מודלים כדי לגלוות אילו אלגוריתמים והשגרות יאפשרו לבנות את המודל המדויק ביותר להיזוי הישרדות על בסיס סט הנתונים האימוני של נסעי טיטאנייק.

האטרקטיביות של סט הנתונים של טיטאנייק מוסברת על ידי הקומפקטיות שלו: עם כמה מאות שורות ושנים עשר עמודים הוא מספק הזדמנויות רחבות לניתוח. סט הנתונים מהוות, יחסית, דוגמה קלאלית פשוטה לפתרון סיוג (9.26 אוior).

בינאי, שבו מטרת המשימה – הישרדות – מבוטאת בפורמט נוח של 0 או 1

טען כי בבסיס היקום קיימות החלטות ביןאיוריות. באופן דומה, גם עסק [7] "It from Bit" – ג'ון וילר ב. המנהל על ידי אנשים, המורכבים ממולקולות, למעשה בניו על סדרה של בחירות ביןאיוריות

בנוסף, הנתונים מבוססים על אירוע ההיסטורי אמיתי, מה שהופך אותם לערך למחקר, בניגוד לדוגמאות שנוצרו באופן ETL-Data Pipeline אחת מהפלטפורמות הגדולות ביחס לעובודה עם Kaggle, מלאכותי. רק בפלטפורמת Data Pipeline בעיות על בסיס סט הנתונים של טיטאנייק השתתפו 1,355,998 אנשים, שפתחו 53,963 פתרונות (9.29) – ייחודיים [157].

זה נראה מזחאים, אבל רק 1000 שורות נתונים על נסעי "טיטאנייק" עם 12 פרמטרים הפכו לזרה עבר יהודים. מסט נתונים קטן נולדים תובנות Data-Pipelines – מילוני השערות, רשומות לוגיות וainesופיות, השערות ופירושים – מוגדים פשוטים של הישרדות ועד אנסמבלים מורכבים, המתהשכים בדפוסים חווים ובמבוקים מורכבים של מחשבה

Machine Learning from Disaster

[Submit Prediction](#)
[Data](#) [Code](#) [Models](#) [Discussion](#) [Leaderboard](#) [Rules](#)

Titanic Tutorial

Updated 3y ago

29858 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster

16916

Gold

...

Titanic competition w/ TensorFlow Decision Forests

Updated 2y ago

Score: 0.80143 · 318 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster

1098

Gold

...

Titanic Data Science Solutions

Updated 6y ago

2590 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster

10723

Gold

...

Exploring Survival on the Titanic

Updated 7y ago

Score: 0.80382 · 1072 comments · Titanic - Machine Learning from Disaster

3968

Gold

...

איור 9.29 חמישת הפתרונות הראשונים מתוך **53,963** צינורות מוכנים ופותחים. כמעט **1.5** מיליון אנשים כבר ניסו לפתור את [157].

אם אפלו טבלה קטנה כזו יכולה ליצור **מיליוני** פתרונות יהודים (איור 9.29), (מה אפשר לומר על מערכות נתוניות - ?בתעשייה האמיתית, שבהן הפרמטרים ננדדים בעשרות אלפיים

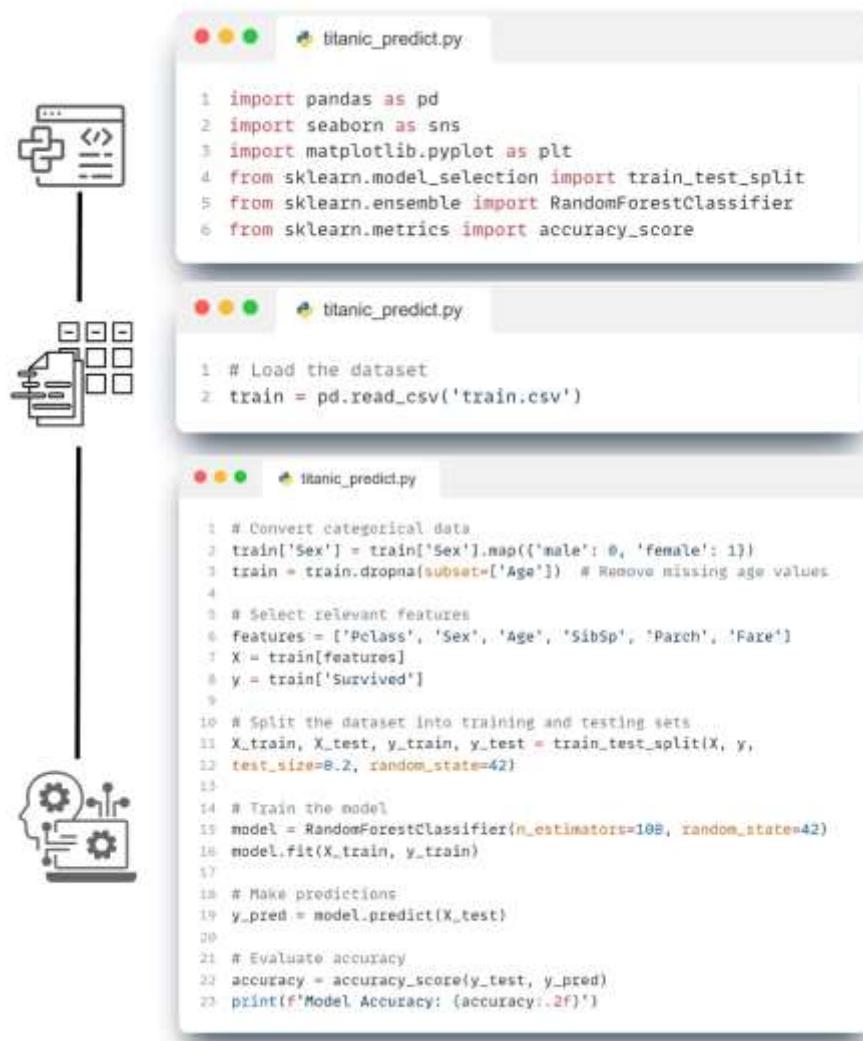
סטנדרטי של בניין קטן מכיל عشرות אלפי ישות עם אלפי פרמטרים - מהמאפיינים CAD פרויקט הגיאומטריים ועד לAttribוטים של עלות זמן. דמיינו כמה תוכנות פוטנציאליות, קשרים, תחזיות והיפוטזות ניהול טמונה בתנאים של כל הפרויקטם של החברה שלכם, שנאספו במהלך השנים האחרונות. נתוני פרויקטים היסטוריים אינם רק ארכון - הם זיכרון חי של הארגון, עקבות דיגיטליים שניתן לנתח כדי לבנות כמה גדולה של היפותזות יהודיות.

הדבר החשוב ביותר הוא שהוא שיאן צריך להוכיח שהקהילה בקהל התענין בחברה שלכם או בתנאים שלכם. להתחיל לעבוד עם מה שיש לכם: להריץ אנליזטיקה על הנתונים שלכם, לאמן מודלים על הנתונים שלכם, לזהות הזרות גישה פותחה לננתונים, LLM, אונומליות ודפוסים. במקום שדרושים שנים של נסויים וייעוץ יקר, היום מספיק יוזמה ורצון ללמידה.

❷ כדי לבנות אלגוריתם למידת מכונה שיחזק תחזיות על הישרדות נסעים בהתאם על מערך הנתונים: לפטור את המשימה זו עבורנו LLM-נקש מ train.csv האימוני

❸ בהתקבב על מערך הנתונים האימוני של נסעי הטיטניק, בנה מודל למידת מכונה לחיזוי הישרדות

LLM תשובה ?



```

titanic_predict.py
1 import pandas as pd
2 import seaborn as sns
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 from sklearn.model_selection import train_test_split
5 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
6 from sklearn.metrics import accuracy_score

titanic_predict.py
1 # Load the dataset
2 train = pd.read_csv('train.csv')

titanic_predict.py
1 # Convert categorical data
2 train['Sex'] = train['Sex'].map({'male': 0, 'female': 1})
3 train = train.dropna(subset=['Age']) # Remove missing age values
4
5 # Select relevant features
6 features = ['Pclass', 'Sex', 'Age', 'SibSp', 'Parch', 'Fare']
7 X = train[features]
8 y = train['Survived']
9
10 # Split the dataset into training and testing sets
11 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
12 test_size=0.2, random_state=42)
13
14 # Train the model
15 model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
16 model.fit(X_train, y_train)
17
18 # Make predictions
19 y_pred = model.predict(X_test)
20
21 # Evaluate accuracy
22 accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
23 print(f'Model Accuracy: {accuracy:.2f}')

```

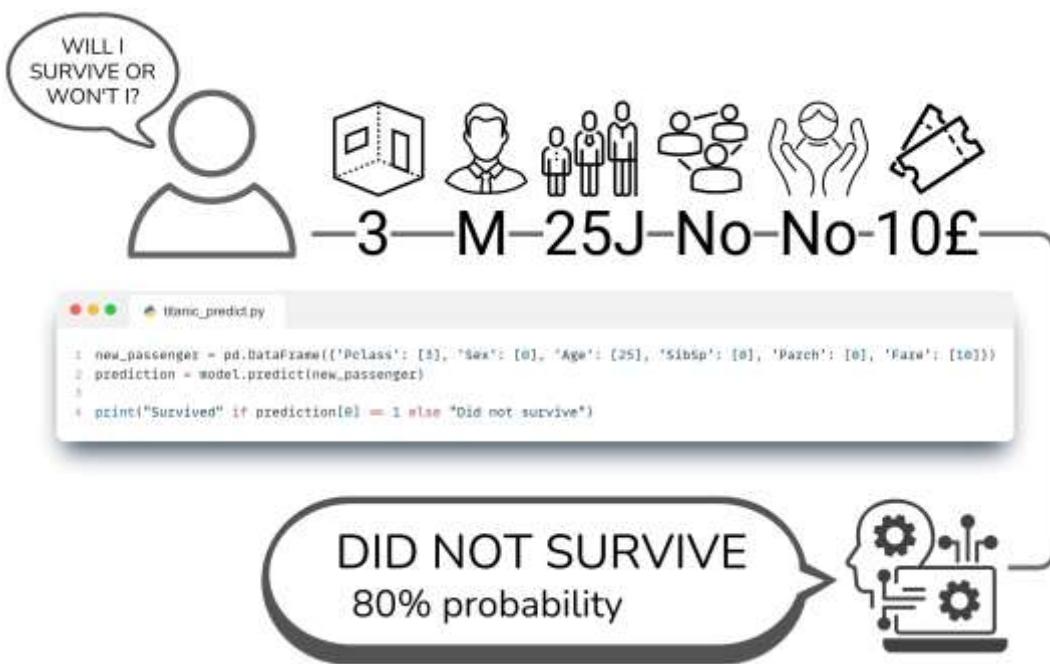
9.210 איור 9.210 בנה תחזיות על הישרדות בטיטניק באמצעות אלגוריתם למידת מכונה LLM או רוחב Random Forest.

(איור 9.210) טען את נתונים הנוסעים של "טיטניק", מנקה אותם, ממיר משתנים קטגוריאליים LLM-הקוד שהתקבל מלהזות אם נוסע שרד RandomForestClassifier (למשל, מגדר לפורמט מספרי (ומאמן מודל באמצעות אלגוריתם או לא (נראה על אלגוריתמים פופולריים בפרקם הבאים)

בעזרת הקוד, הנתונים במהלך האימון מחולקים לשט אימון וסט בדיקה (באטר קגל כבר נוצרו קבצים מוכנים (איור 9.26) (לצורך האימון), ולאחר מכן המודל מאומן על הנתונים האימוניים ונבדק על -train.csv (או עם נתונים -test.csv) הנתונים הבוקדים, כדי להבין עד כמה המודל טוב בתחזיתיו. לאחר האימון, הנתונים הבוקדים מאמתים על מי שרד או לא (מוזנים למודל, והוא מנביא מי שרד ומילא. במקורה שלנו, הדיק שמודל למידת המכונה -שהתקבל הוא כ-80%, מה שקרה שהוא מציל 70% דפוסים בצורה טובה

ניתן להשוות למידת מכונה לילד שמנסה להכנס בлок מלכני לחור עגול. בשלביו הראשונים, האלגוריתם מנסה גישות רבות, נתקל בשגיאות ובאי-ההאמנות. תהליך זה עשוי להיראות לא יעיל, אך הוא מספק למידה חשובה: על ידי ניתוח כל שגיאה, המודל משפר את תחזיותו ומתקבל החלטות מדויקות יותר ויותר.

עכשו ניתן להשתמש במודל זהו (איור 9.210) כדי להזווות את סיכויי הישרדות של נוסעים חדשים. לדוגמה, אם נזין עם הפרמטרים "גבר", "כיתה שלישית", בן 25, ללא model.predict למודל מידע על נוסע באמצעות הפונקציה קרובים על הסיפון, המודל יניב תחזית – שהנוסע עם סיכוי של 80% לא ישרוד במקרה של אסון, אם הוא היה על הספינה טיטאניק בשנת 1912 (איור 9.211).



איור 9.211 המודל שיצרנו, עכשו יכול להזווות עם סיכוי של 80% אם נוסע חדש בטיטאניק ישרוד או לא.

מודל החיזוי של הישרדות נוסעי "טיטאניק" מדגים מושג רחב הרבה: מדי יום אלפי מומחים בתעשייה הבניה מקבלים החלטות "דו-ערכיות" דומות – החלטות של חיים או מוות, פרויקט, תקציב, כלי, רווח או הפסד, בתיות או סיון. כמו בדוגמה של "טיטאניק", שבה התוצאה תלואה בגורמים (מין, גיל, כיתה, ...) גם בתעשייה הבניה כל אחד מהאפקטים של ההחלטה מושפע מגוון גורמים ומשתנים (עמודות בטבלה): עלות חומרים, הכשרה של עובדים, לוחות זמנים, מגז האויר, לוגיסטיקה, סיכונים טכניים, הערות ומאות אלפי פרמטרים נוספים.

בתעשייה הבניה, למידת מכונה מיושמת באופןם עקרוניים כמו בתחוםים אחרים: המודלים מאומנים על נתונים היסטוריים – מפרויקטים, חזים, תקציבים – כדי לבדוק השערות שונות ולמצוא את הפתרונות היעילים ביותר. תהליך זה מזכיר במידה רבה את חינוכו של ילד באמצעות שיטת ניסוי וטעייה: עם כל מהזור המודלים מתאים את עצם ומדויקים יותר.

השימוש בנתונים שנצברו פותח אופקים חדשים לבניה. במקום היישובים ידניים מעייפים, ניתן לאמן מודלים המטוגלים

לחוזות עם דיקוק גבוה את המאפיינים המרכזיים של פרויקטים עתידיים. כך, אנגלטיקה חזותית הופכת את תעשיית הבניה למקום שבו ניתן לא רק לתוכנן, אלא גם לחזות בביטחון את התפתחות האירועים.

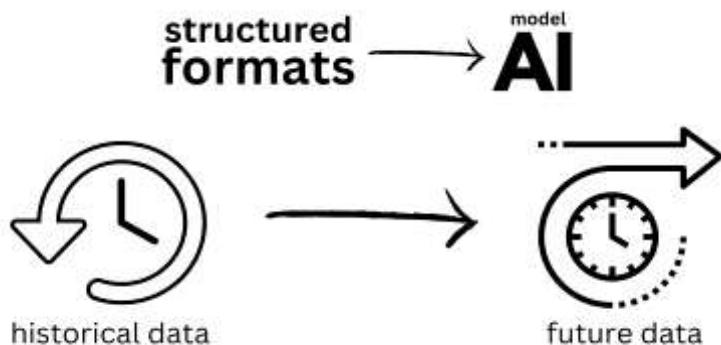
תחזיות וניבויים על בסיס נתונים היסטוריים

הנתונים שנאספו על פרויקטי החברה פותחים אפשרות לבניית מודלים המסוגלים לחזות את העלות ואת המאפיינים הזמינים של אובייקטים עתידיים, שעדין לא מומשו – ללא חישובים ידניים מעיפים והשווות. זה מאפשר להאייז ולפשט את תהליכי ההערכתה, בהתבסס לא על השערות סובייקטיביות, אלא על תחזיות מתודולוגיות מבוססות.

קודם לכן, בחלק הרביעי של הספר, דנו בשיטות המסורתיות לחישוב עלות פרויקטים, כולל השיטה המש愧ית, וכן הזכרנו את הגישות הפרמטריות והאקספרטיות. שיטות אלו עדין רלוונטיות, אך בפרקטייה המודרנית הן מתחילה להתuaר בכליים של ניתוח סטטיסטי ולמידת מכונה, מה שמאפשר להגדיל משמעותית את הדיקוק והחזרתיות של הערכות.

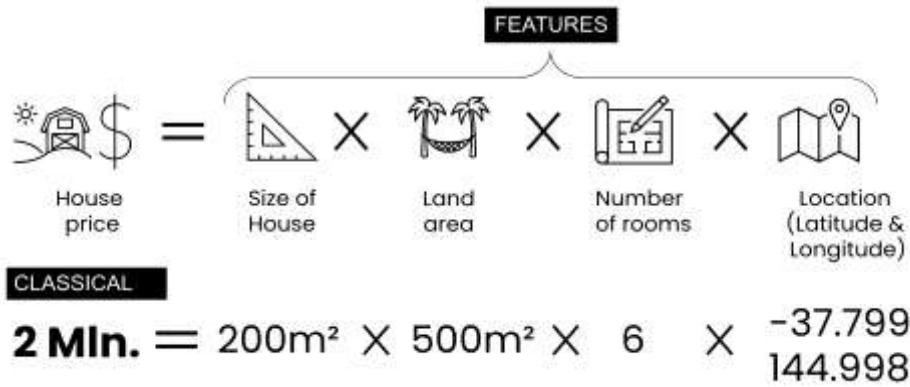
תהליכי חישוב ידני והצי-אוטומטי של מחירים ומאפיינים זמינים يولמו בעתיד על ידי דעתות ותחזיות של מודלים של למידת מכונה, המסוגלים לנתח נתונים ההיסטוריים, למצוא תכניות חבוות ולהציג פתרונות מבוססים. נתונים חדשים יוצרים טקסטים, תמונות (LLM) ותסריטים יוצרים אוטומטית מתוך המידע הקיים – בדומה לאופן שבו מודלים לשוניים יוצרים על בסיס נתונים שנאספו במשך שנים מקורות פתוחים.

כמו שהאדם היה מtabס על ניסיון, אינטואיציה וסתטיסטיקה פנימית בהערכת אירועים עתידיים, בשנים הקרובות העתיד של פרויקטים בניה יקבע יותר ויותר על ידי שילוב של ידע מצבר ודגמים מתודולוגיים של למידת מכונה.



נתונים איקוחים ומסודרים מההיסטוריה של החברה - חומר שעלה בסיסו לבניום דגמי למידת מכונה וחזות 9.212 איור.

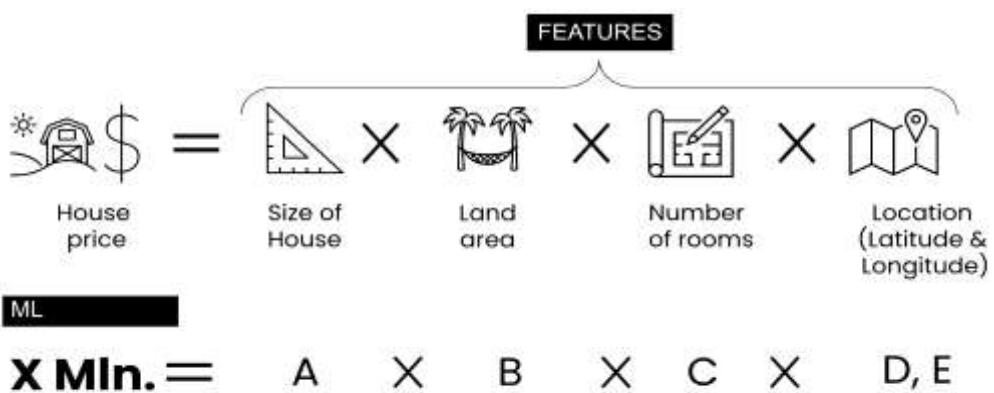
נבחן דוגמה פשוטה: חיזוי מחיר בית על בסיס שטחו, גודל המגרש, מספר החדרים והמיקום הגיאוגרפי. אחד הגישות היא גישה כזו דורשת נוסחה (9.213 איור) לבניית מודל קלסי, שמנתה את הפרמטרים הללו ומחשב את המחיר המשוער מדויקת ומדויקת מראש, דבר שלמעשה כמעט בלתי אפשרי במציאות.



כדי להעריך את עלות הבית ניתן להשתמש באלגוריתם קלאסי עם נוסחה קבועה, שיש למצאו אותה 9.213 איור.

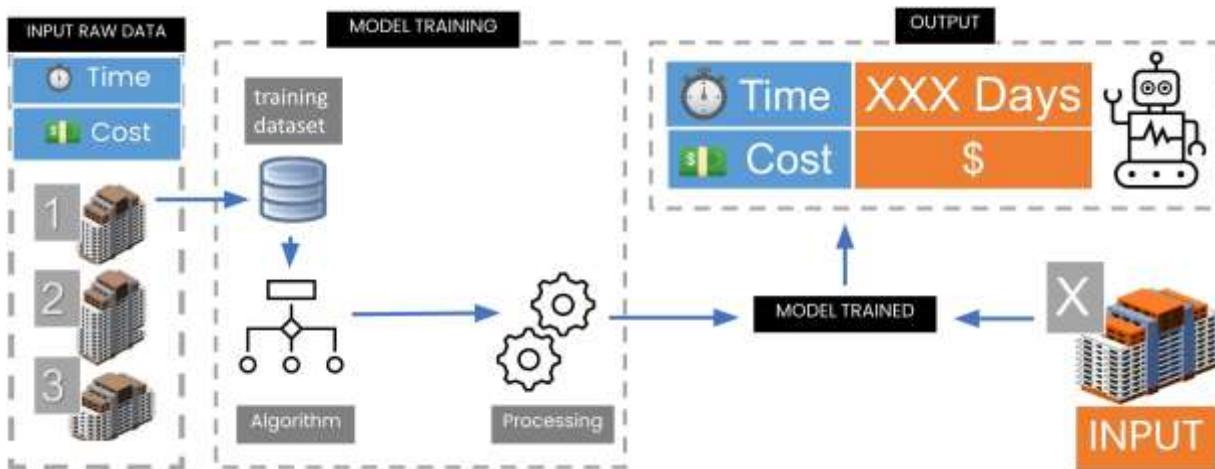
למידת מכונה מאפשרת להימנע מהhiposh ידני של נסחאות ולהחליף אותן באלגוריתמים נלמדים, שモזחים באופן עצמאי תלויות, שימושיים בהרבה על דיקוק כל משווה שנקבעה מראש. כחולפה, נוצר אלגוריתם למדת מכונה, שיגן את המודול 9.214) על בסיס הבנה מוקדמת של הבעיה ונתונים היסטוריים, עשויים להיות לא שלמים על תבניות אמיתיות בין פרמטרי הבניינים, עלותם וזמן הביצוע.

בדוגמת בעיית קביעת המחיר, למידת מכונה מאפשרת ליצור סוגים שונים של דגמים מתודולוגיים, שאינם דורשים ידע על המנגנון המדויק של קביעת העלות. המודול "לומד" מנתונים על פרויקטים קודמים, מתאמן על תבניות אמיתיות בין פרמטרי הבניינים, עלותם וזמן הביצוע.



בניגוד להערכתה קלאסית לפי נסחאות, האלגוריתם של למידת מכונה מתאים על נתונים ההיסטוריים 9.214 איור.

כל פרויקט במערך הנתונים האימוני, (supervised machine learning) בהקשר של למידת מכונה תחת פיקוח, מכיל גם את התכונות הנכונות (למשל, נתוני עלות וזמן בנייה של בניינים דומים, וגם את הערכיהם המזוהדים) למשל ככל שמערך הנתונים 9.215) עלות או זמן. (מערך נתונים כזה משמש לצירה והתאמת של מודל למדת מכונה - גדול יותר ואיכות הנתונים בו גבוהה יותר, כך המודל יהיה מדויק יותר והתוצאות יהיו מדויקות יותר).



שהוכשר על נתונים על עלות ולוח זמנים של פרויקטים קודמים, יקבע עם סבירות מסוימת את העלות, **ML מודל 9.215** אויר ולוח הזמנים של פרויקט חדש.

לאחר יצירה והכשרה המודל להערכת בניית פרויקט חדש, מספיק לספק למודל תכונות חדשות עבור הפרויקט החדש. והמודל עם סבירות מסוימת יספק תוצאות חישוביות, המבוססות על תכניות שנלמדו בעבר.

מנחים מרכזיים בלמידת מכונה

למידת מכונה אינה קסם, אלא מתמטיקה, נתונים וחיפוש תכניות. היא אינה מחייבת באינטלקגנציה אמיתית, אלא מהוות תוכנה, שהוכשרה על נתונים כדי לזהות תכניות ולקבל החלטות ללא מעורבות מתמדת של אדם.

(- 9.216) כדי לתאר את המבנה שלה, למידת מכונה משתמשת במגוון מונחים מרכזיים

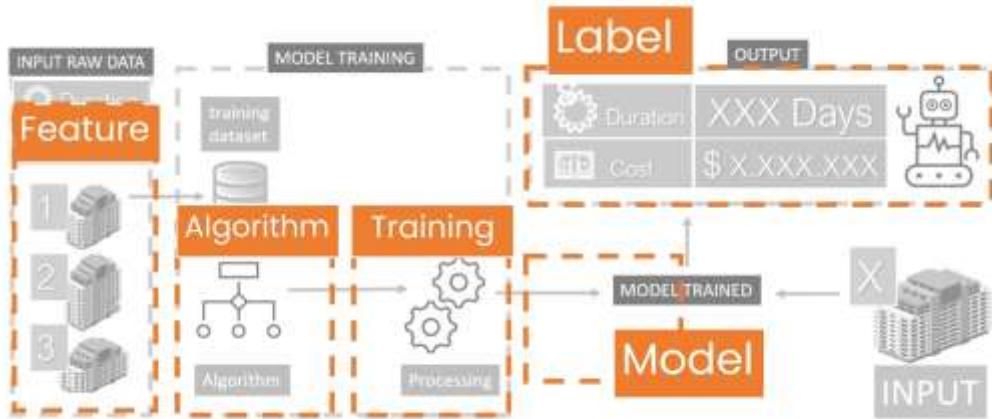
אלו משתנים מטרה או תכונות (הפרמטר "הישרדות" בנחוני הטיטניק), אשר המודל צריך - (Labels) תוויתות. דוגמה: עלות הבניה (למשל, בדולרים, משך זמן הבניה) (למשל, בחודשים).

אלו משתנים בלתי תלויים או תכונות, שמשמשות כקלט למודל. במודל חיזוי, הן - (Features) תכונות המשמשות לחיזוי התוויתות. דוגמאות: שטח המגרש (במטרים רבועים), מספר הקומות בבניין, שטח הבניין הכלול (במטרים רבועים, מיקום גיאוגרפי) קו רוחב וקו אורך, סוג החומרים שנעשה בהם שימוש בבניה. מספר התכונות גם קובע את ממד הנתונים

זהו אוסף של השערות שונות, אחת מהן מתקרבת לפונקציית המטרה, אותה יש לחזות או - (Model) מודל. למעשה. דוגמה: מודל למידת מכונה, המשתמש בשיטות ניתוח רגרסיה לחיזוי עלות וזמן הבניה.

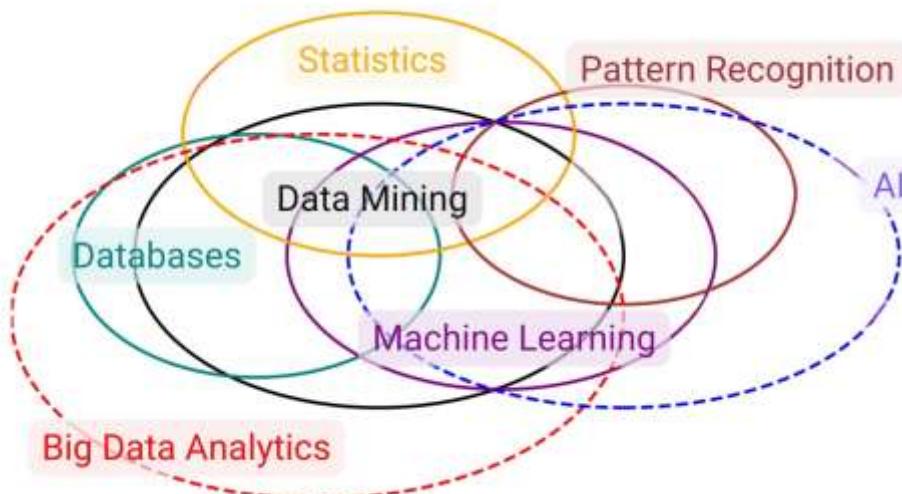
זהו תהליך חיפוש ההשערה הטובה ביותר במודל, שמתאיימה - (Learning Algorithm) אלגוריתם למידה או יער KNN, בדיק לפונקציית המטרה, תוך שימוש באוסף נתונים אימון. דוגמה: אלגוריתם רגרסיה ליניארית אקראי, המנחה נתונים על עלות וזמן הבניה כדי לחושף קשרים ודפוסים

במהלך תהליך האימון, האלגוריתם מנסה את נתונים האימון, מוצא דפוסים שמתאים - (Training) אימון. קשר בין התכונות הקלטיות לתוויות המטרה. תוצאת תהליך זה היא מודל למידת מכונה מאומן, מוכן לחזות. דוגמה: תהליך שבו האלגוריתם מנסה נתונים היסטוריים על בנייה (עלות, זמן, תכונות הנכס) כדי ליצור מודל חיזוי.



למידת מכונה משתמשת בתוויות ובתכונות כדי ליצור מודלים, אשר מאמנים על נתונים באמצעות אלגוריתמים 9.216. ריש

למידת מכונה אינה קיימת בבודד, אלא היא חלק מאקויסטמה רחבה יותר של דיסציפלינות אונלייניות, היכולות סטטיסטיקה, מסדי נתונים, ניתוח נתונים אינטלקטואלי, זיהוי תבניות, אונלייניות של נתונים גדולים ובינה מלאכותית מודגמים כיצד תחומיים אלו חופפים ומשלימים זה את זה, יוצרים בסיס מקיף למערכות קבלת החלטות 9.217. ריש
-ואוטומציה מודרנית



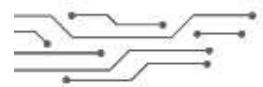
הקשרים בין תחומיים שונים של ניתוח נתונים: סטטיסטיקה, למידת מכונה, בינה מלאכותית, נתונים גדולים, זיהוי התבניות וניתוח נתונים אינטלקטואלי. 9.217. ריש

המטרה העיקרית של למידת מכונה היא להעניק למחשבים את יכולת לרכוש ידע באופן אוטומטי ללא התערבות או עזרה של בני אדם ולתken את פעולותיהם בהתאם

כך, בעתיד, תפקיד האדם רק לספק למוכנה יכולות קוגניטיביות - הוא יקבע את התנאים, המשקלים והפרמטרים. ומודל למידת המכונה יעשה את כל השאר

בפרק הבא נבחן דוגמאות ספציפיות ליישום אלגוריתמים. בטבלאות אמצעיות ובמודלים פשוטים יראו כיצד נבנה חיזוי

שלב אחר שלב.



פרק 9.3.

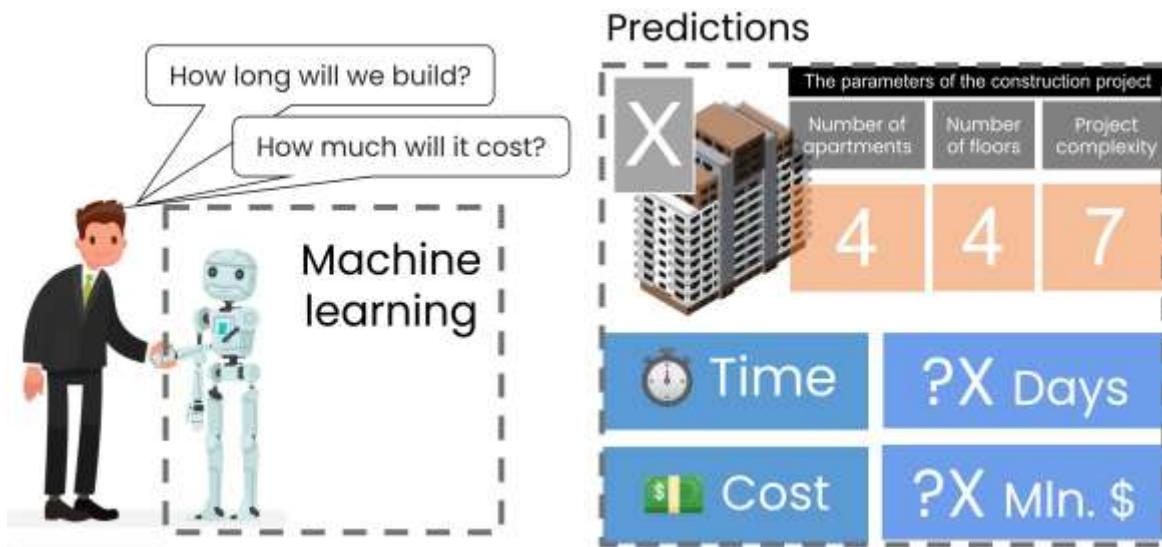
חיזוי עלות וזמן באמצעות למידת מכונה

דוגמה לשימוש בלמידה מכונה לקביעת עלויות וזמן של פרויקט

הערכת זמני ועלויות הבנייה היא אחד התהlications המרכזיים בפועלות של חברת בנייה. באופן מסורתי, הערכות אלו מתבצעות על ידי מומחים בהתחבס על ניסיון, מדדים ומסדי נתונים נורמטיביים. עם זאת, בתנאים של טרנספורמציה כדי לשפר את הדיקוק (ML) דיגיטלי ועלייה בזמןנות הנתונים, מתאפשרה השימוש במודלים של למידת מכונה ואותומציה של הערכות אלו.

ישום למידת מכונה בתהליך חישוב העלות והזמן של הבנייה מאפשר לא רק לשפר את היעילות של התכנון, אלא גם מהוות נקודת מוצא לשילוב מודלים אינטלקטואליים בתהליכי עסקים אחרים - ניהול סיכונים ועד אופטימיזציה של לוגיסטיקה ורכישות.

חשוב לדעת במהירות כמה זמן ידרוש הבנייה של פרויקט ומה תהיה העלות הכוללת שלו. שאלות אלו לגבי זמני ועלויות הפרויקט תופסות באופן מסורתי מקום מרכזי במחשבה של לקוחות וחברות בנייה מאז ומעולם.



בפרויקט בנייה, גורמי הצלחה המרכזיים הם מהירות ואיכות הערכת זמני ועלויות הבנייה 9.31. ריש.

בדוגמה הבאה יוקנו נתונים מרכזיים מפרויקטים קודמים, ועל בסיסם תפוחה מודל למידת מכונה, אשר יאפשר לנו בערלה (9.31. ריש) מודל זה להעריך את העלות והזמן של פרויקטי בנייה חדשים עם פרמטרים חדשים.

נבחן שלושה פרויקטים עם שלושה מאפיינים מרכזיים: מספר דירות (מספר דירות) (כasher 100 דירות שוות ל-10 לצורך הפשטה), מספר קומות ומדד מורכבות בנייה בסולם של 1 עד 10, כאשר 10 הוא המדריך הגבוה ביותר של מורכבות. בלמידה מכונה, תהליך ההמרה והפשטה של ערכים כמו 100 ל-10 או 50 ל-5 נקרא "נורמליזציה".

נורמליזציה בלמידת מכונה היא תהליך של הבאת נתונים שונים לאותו סולם כדי להקל על עיבודם וניתוחם. תהליך זה חשוב במיוחד כאשר הנתונים נמצאים בסולמות וביחזיות מידת שונות.

היו 50 דירות (לאחר נורמליזציה - 5), 7 קומות והערכת מרכיבות 2, מה שמצוין (ר.יש) 9.32) נניה שבפרויקט הראשוני בניתה יחסית פשוטה. בפרויקט השני היו כבר 80 דירות, 9 קומות ופרויקט יחסית מורכב. בתנאים אלו, הבניתה של הבית המשותף הראשון והשני ארכה 270 ו-330 ימים, והעלות הכוללת של הפרויקט הייתה 4.5 ו-5.8 מיליון דולר בהתאם.

The parameters of the construction project				The key parameters of the project	
Construction project	Number of apartment	Number of floors	Project complexity	Time	Cost
1	5	7	2	270	\$ 4.502.000
2	8	9	6	330	\$ 5.750.000
3	3	5	3	230	\$ 3.262.000
X	4	4	7	?X	\$?X. XXX.XXX

דוגמת סט פרויקטים קודמים שיישמשו להערכת הזמן והעלות של פרויקט עתידי 9.32. ר.יש.

בבנייה מודל למידת מכונה עבור נתונים כאלה, המשימה העיקרית היא לקבוע את המאפיינים הקritisטים (או התווויות) לחיזוי, במקרה זה - זמן ועלות הבנייה. עם סט נתונים קטן, נשתמש במידע על פרויקטי בנייה קודמים כדי לתרגם חדים בתבסס על X באמצעות אלגוריתמים של למידת מכונה, עליינו לחזות את העלות והמשך הבנייה של פרויקט חדש מאפיינים שניינгиים של הפרויקט החדש, כמו 40 דירות, 4 קומות ומרכיבות יחסית גבוהה של הפרויקט - 7. בתנאים אמיתיים, מספר הפרמטרים הנכנים יכול להיות הרבה יותר גדול - מששרה ועד מאות גורמים. אלה עשויים לכלול: סוג, חומר הבניין, אזור אקלימי, רמת הכשרה של קבלנים, זמינות של רשות הנדסיות, סוג היסוד, עונת להתחלה העבודה, הערות מנהלי העבודה וכו'.

כדי ליצור מודל חיזוי של למידת מכונה, עליינו לבחור אלגוריתם לבנייתו. אלגוריתם בלמידת מכונה הוא כמו מתכון מתמטי, המלמד את המחשב כיצד לחזות (לערובב בסדר הנכון את הפרמטרים (או לקבל החלטות בתבסס על נתונים

כדי לנתח נתונים על פרויקטי בנייה קודמים ולהזות את הזמן והעלות של פרויקטים עתידיים, ניתן להשתמש באחד מהאלגוריתמים הפופולריים של למידת מכונה -

גרסיה ליניארית: אלגוריתם זה מנסה למצוא תלות ישירה בין המאפיינים, לדוגמה, בין מספר הקומות לעלות הבנייה. המטרה של האלגוריתם היא למצוא משווה ליניארית שמתארת בצורה הטובה ביותר את הקשר הזה,

מה שמאפשר לבצע חיזויים

שכנים הקרים: אלגוריתם זה משווה את הפרויקט החדש עם פרויקטים קודמים שהיו דומים-k אלגוריתם (מספר דוגמאות למידות k מסוג את הנתונים בהתבסס על אילו מトー NN-k. בגודלם או במורכבותם השכנים הקרים k נמצאות hei קרוב אליהם. בהקשר של רגרסיה, התוצאה היא ממוצע או חצון מトー עצי החלטה: זהו מודל חיזוי המפרד את הנתונים לחת-קבוצות, בהתבסס על תנאים שונים, תוך שימוש מבנה עץ. כל צומת בעץ מייצג תנאי או שאלה, המוביל להפרדה נוספת נספת של הנתונים, וכל עלה - חיזוי או תוצאה סופית. האלגוריתם מחלק את הנתונים לקבוצות קטנות יותר בהתבסס על תכונות שונות, לדוגמה, קודם כל לפי מספר הקומות, ועוד לפחות פולריים: רגרסיה.

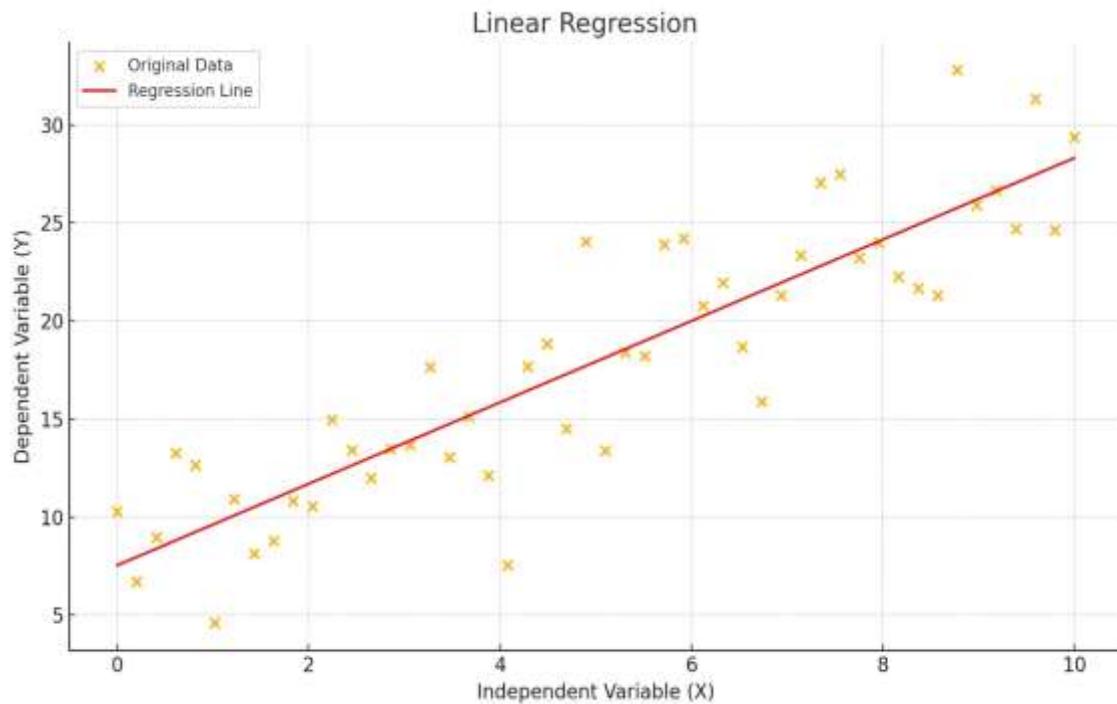
שכנים הקרים-k ליניארית ואלגוריתם

תחזית עלות וזמן הפרויקט באמצעות רגרסיה ליניארית

רגרסיה ליניארית היא אלגוריתם בסיסי לניטוח נתונים, המאפשר לחזות את ערך המשתנה בהתבסס על קשר ליניארי עם משתנים אחרים. מודל זה מניח שיש קשר ליניארי ישיר בין המשתנה התלוי לבין אחד או יותר משתנים בלתי תלויים. והמטרה של האלגוריתם היא למצוא קשר זה

הפשטות והבהירות של רגרסיה ליניארית הפכו אותה לכלי פופולרי בתחוםים שונים. כאשר עובדים עם משתנה אחד, רגרסיה ליניארית כרוכה במציאת הקו המתאים ביותר דרך נקודות הנתונים

למשתנה היוצא X רגרסיה ליניארית מוצאת את הקו הטוב ביותר (הקו האדום) (שמאפר את התלות בין המשתנה הנכנס -בהתבסס על התלות הליניארית שנחשפה) איור 9.33 (X עברו ערכים חדשים של Y) זה מאפשר לחזות ערכים של Y.



איור 9.33 עקרון הפעולה של רגרסיה ליניארית למציאת הקו הטוב ביותר ביחס לשיבור דרך ערכי האימון.

מניבה את הערך החזוי של המשתנה התלוי (X) קו זה מוצג על ידי משווהה, שבה הכנסת ערך של המשתנה הבלתי תלוי. תוך שימוש בתלות הליניארית ביןיהם, X , בהתקבש על ערכים ידועים של Y תחוליך וזה מאפשר לחזות ביעילות את (Y). דוגמה למציאת קו ממוצע סטטיסטי כזה ניתן לראות בדוגמה הערכת נתונים על היתרי בנייה בסן פרנסיסקו (איור 9.17) שבו חישבה הרגרסיה הליניארית את האינפלציה עבור סוגים שונים של נכסים.

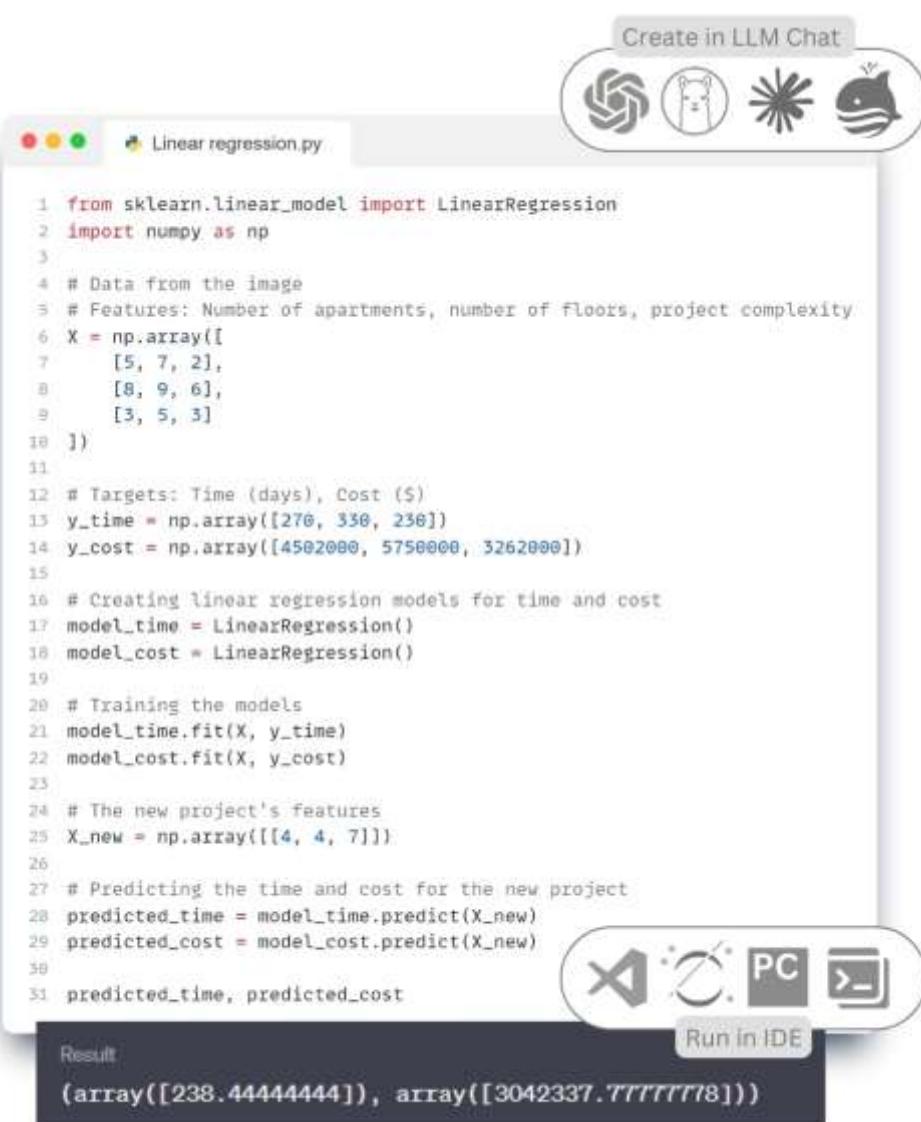
ונבקש ממנו לבנות עבורנו LLM-בוואו נטען את טבלת הנתונים של הפרויקט (איור 9.32 מהפרק הקודם (ישירות למודל פשוט של למידת מכונה

AILM (ChatGPT, LLaMa, Mistral DeepSeek, Grok, Claude, QWEN):

X יש להציג את בניית מודל פשוט של למידת מכונה לחיזוי עלות וזמן ביצוע של פרויקט חדש
- ↵ (איור 9.32 כהדמיה מצורפת)

חוות דעת LLM: 

[Create in LLM Chat](#)



```

1  from sklearn.linear_model import LinearRegression
2  import numpy as np
3
4  # Data from the image
5  # Features: Number of apartments, number of floors, project complexity
6  X = np.array([
7      [5, 7, 2],
8      [8, 9, 6],
9      [3, 5, 3]
10 ])
11
12 # Targets: Time (days), Cost ($)
13 y_time = np.array([270, 330, 230])
14 y_cost = np.array([4502000, 5750000, 3262000])
15
16 # Creating linear regression models for time and cost
17 model_time = LinearRegression()
18 model_cost = LinearRegression()
19
20 # Training the models
21 model_time.fit(X, y_time)
22 model_cost.fit(X, y_cost)
23
24 # The new project's features
25 X_new = np.array([[4, 4, 7]])
26
27 # Predicting the time and cost for the new project
28 predicted_time = model_time.predict(X_new)
29 predicted_cost = model_cost.predict(X_new)
30
31 predicted_time, predicted_cost

```

[Run in IDE](#)

Result

(array([238.44444444]), array([3042337.77777778]))

בחר ברגסיה ליניארית ליצור מודל למידת מכונה לחיזוי עלות וזמן הפרויקט **LLM** אוור 9.34

זיהה אוטומטית את הטבלה מהתמונה המצורפת והמיר את הנתונים מהפורטט הויזואלי למערך טבלה (אוור 9.34 שורה 6). מערך זה שימש כבסיס לצירוף תוכנות ותוויות, שעל בסיסן נוצר מודל למידת מכונה (אוור 9.34 – שורות – 17-22). – שבו נעשה שימוש ברגסיה ליניארית (17-22).

בעזרת מודל רגסיה ליניארית בסיסי, שהוכשר על "קבוצת נתונים קטן מאוד", נעשו חיזויים עבור פרויקט בנייה במשימה שלנו, פרויקט זה מתאפיין בנסיבות של 40 דירות, 4 קומות ורמת קושי Project X-היפותטי חדש, המוצג כ

.7 (9.32) אירור

Project בהתאם לחיזויים שנעשו בעזרת מודל הרגסיה הליניארית, בהתבסס על קבוצת נתונים מוגבלת וקטנה עבור החדש (9.34 - שורות 24-29) X

(238.4444444) משך הבניה יהיה כ-238 ימים
\$3,042,338.777 (3042337.777)

כדי להמשיך לחקור את ההשערה לגבי עלות הפרויקט, יהיה מועיל להתנסות באלגוריתמים ובשיטות שונות של למידה חדשה בהתבסס על קבוצת נתונים היסטורית קטנה X מכונה. לכן, נחזות באותו ריכוז של עלות וזמן עבור K-Nearest Neighbours (k-NN).

תחזיות עלות וזמן הפרויקט באמצעות אלגוריתם K-nearest neighbor (k-NN)

k-Nearest Neighbours (k-NN) כהערכה נוספת להערכת עלות ומישר הפרויקט החדש, נשתמש באלגוריתם. הוא שיטה של למידה מכונה מפוקחת, המיעדת הן לטיוג והן לרגרסיה (k-NN). אלגוריתם K-Nearest Neighbors (k-NN) מושם כמונען, שם הוא מושם k-NN כמונען, אלגוריתם למציאת הוקטורים הקרובים ביותר (למשל, טקסטים, תמונות או תיאורים טכניים). בגישה זו, כל פרויקט מיוצג כנקודה במרחב רב-ממדי, כאשר כל ממד תואם לאטריבוט מסוים של הפרויקט.

במקרה שלנו, בהתחשב בשלושה אטריבוטים של כל פרויקט, נציג אותם כנקודות במרחב תלת-ממדי. כך, הפרויקט הקרוב יש לציין כי בתנאים אמיתיים, מספר הנקודות וממדים (x=4, y=4, z=7) יתמקם במרחב זהה עם קוורדינטות X שלנו. המרחב עשויים להיות גבוהים בהרבה.

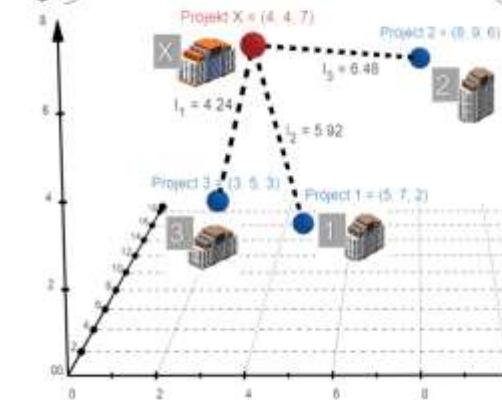
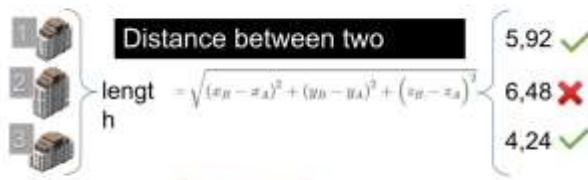
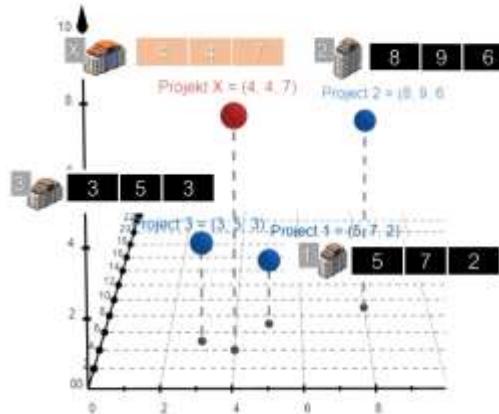
לבי X פועל על ידי מדידת המרחק בין הפרויקט הרצוי (k-nearest neighbors) K-NN אלגוריתם הפרויקטים בסיס הנתונים האימוני. בהשוואה המרחקים הללו, האלגוריתם קובע אילו פרויקטים נמצאים X. הכינוי קרוב לנקודות הפרויקט החדש.

אם פרויקטים X-מトー מAGER הנתונים שלנו ממוקם רחוק משמעותית מ (x=8, y=9, z=6) לדוגמה, אם הפרויקט השני הפרויקטים הקרובים ביותר, על (k=2) אחרים, ניתן להוציאו מהנתיחה הבא. כתוצאה לכך, ניתן להשתמש רק בשני בסיסם יקבע הערך המומוצע.

שיטת דומה, דרך חישוב שכנים, מאפשרת להעריך את הדמיון בין הפרויקטים, מה שעזר להסיק מסקנות לגבי הูลות האפשרית והזמןים להשלמת הפרויקט החדש בהתבסס על פרויקטים דומים שבוצעו בעבר.

k-nearest neighbors algorithm

The KNN algorithm assumes that similar things exist in close proximity. In other words, similar things are near to each other.



הפרויקטים מיוצגים כנקודות במרחב רב-ממדי, ולצורך הערכת הדמיון והיווי, נבחרים הפרויקטים הקרובים, K-NN, במערכת ביחסם על המרחקים.

כוללת מספר שלבים מרכזיים NN-k עובדת:

הכנה הנתונים: תחילה טוענים את מערכו הנתונים האימוניים והבדיקות. הנתונים האימוניים משמשים לאימון "של האלגוריתם, והנתונים הבודקים - לבדוק את הייעילות שלו"

המצבי על כמה שכנים קרובים (נקודות נתונים) יש לחתה בחשבון, K נבחר מספר: K בחירת פרמטר הוא מאד חשוב, מכיוון שהוא משפיע על התוצאה "K" באלגוריתם. ערך

:תהליך הסיווג והרגסיה עברו נתונים הבדיקה

חישוב מרחקים: עבור כל אלמנט נתונים הבדיקה, מחושב המרחק לכל אלמנט נתונים האימון. לשם כך ניתן להשתמש בשיטה שונת למדידת מרחקים, כגון מרחק אוקלידי (השיטה הנפוצה ביותר, (מרחב מנהטן או מרחק המיניג.

נקודות הקרובות K השכנים הקרובים ביחס: לאחר חישוב המרחקים, הם ממויין ונבחרים K מيون ובחרית ביחסן לנקודת הבדיקה.

הגדרת הקטגוריה או הערך של נקודת הבדיקה: אם זו משימת סיווג, הקטגוריה של נקודת הבדיקה מוגדרת השכנים הנבחרים. אם זו משימת רגסיה, אז מחושבת הממוצע K על סמך הקטגוריה הנפוצה ביותר בין השכנים K (או ממד אחר של נטייה מרכזית (של הערכים של

סיום התהליך: ברגע שכל נתונים הבדיקה סוגו או נעשו עבורם תחזיות, התהליך יושלם

יעיל בהרבה יישומים מעשיים ונחשב לאחד הכלים הבסיסיים (NN-k) השכנים הקרובים-K אלגוריתם בArsenal של מומחי למידה מכונה. אלגוריתם זה פופולרי בזכות הפשטות והיעילות שלו, במיוחד במקרים רבות. שבחן הקשרים בין הנתונים קלים לפרשנות.

השכנים הקרובים, זהו שני פרויקטים (מודגם הקטן שלנו) עם המרחק הקטן- K בדוגמה שלנו, לאחר יישום אלגוריתם, על סמך פרויקטים אלה, האלגוריתם קובע את הממוצע של מחירם וזמן הבנייה שלהם. לאחר ניתוח X. ביותר מהפרויקט עלה כ-3,800,000 דולר ויישך X האלגוריתם, באמצעות חישוב ממוצע השכנים הקרובים, מגיע למסקנה כי הפרויקט-

-כ-250 ימים

k-nearest neighbors algorithm



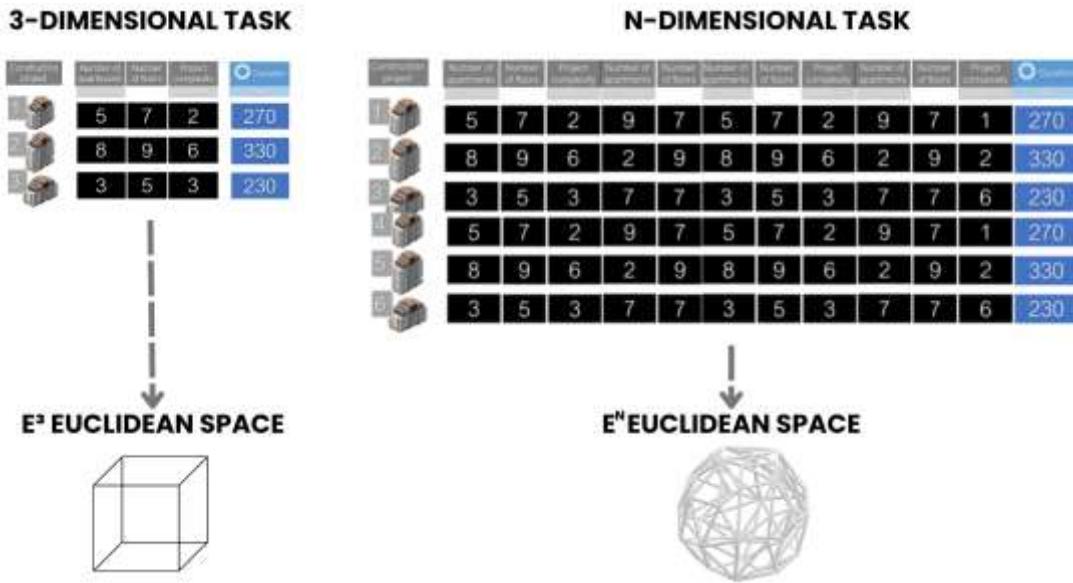
תווך ניתוח שני הפרויקטים הקרובים ביחס, X השכנים הקרובים קובע את הูลות ואת לוח הזמנים של הפרויקט-K אלגוריתם. במודגם.

פופולרי במיוחד במקרים סיווג ורגרסיה, לדוגמה, במערכות המלצה, שבחן (NN-k) השכנים הקרובים-K אלגוריתם נמצא NN-k, הוא משמש להמלצת על מוצרים או תוכן על סמך העדפות הדומות לאינטראסים של משתמש ספציפי. בנוסף בשימושו נרחב באבחון רפואי לסיווג סוגים מחלות על סמך תסמים של המטופל, בזיהוי דפוסים ובڪטור הפיננסי להערכת יכולת ההזר של לקוחות.

גם כאשר יש נתונים מוגבלים, מודלים של למידה מכונה יכולים לספק תחזיות מועלות ולהזק באופן המשמעותי את המרכיב האנליטי בניהול פרויקטי בנייה. עם הרחבנה ותיקוי של נתונים היסטוריים, ניתן לעבור למודלים מורכבים יותר - לדוגמה, תוקן התהשבות בסוגי מבנים, מיקום, עונה של תחילת הבנייה וגורם נוספים.

במשימה הפשוטה שלנו, לצורך ויזואלייזציה למרחב תלת-ממדי, נעשה שימוש בשלושה מאפיינים, אך פרויקטים אמיתיים

כוללים במעט מאות או אלפי מאפיינים, מה שגדיל משמעותית את ממד המרחב ואת מורכבות הצגת הפיקטטים controllers.-



בדוגמה הפשוטה, לצורך ויזואлизציה תלת-ממדית נעשה שימוש בשלושה מאפיינים, בעוד שפיקטטים אמיטים כוללים מספר רב יותר.

שבו 40 דירות, 4 קומות ורמת מורכבות 7, הניב X יישום אלגוריתמים שונים על אותו מערכ נתונים עבור הפיקטיט ערבי תחזית שונים. אלגוריתם הרגרסיה הליניארית חזה זמן סיום של 238 ימים ועלות של 3,042,338 דולר, בעוד חזה 250 ימים ו-3,882,000 دولار k-NN-algorithm

דיקת התוצאות המתפללות באמצעות מודלים של למידת מכונה תלוי יישורות בנפה ובאיכות הנתונים המקוריים. ככל שיותר פריקטטים משתמשים בהכשרה, וככל שהוא מאפיינים (תכונות (התוצאות (תיוגים (שליהם מוצגים בצורה מלאה. ומודיקת יותר, כך עולה הסבירות לקבל תחזית מהימנות עם ערכי שגיאה מינימליים.

תקפיך חשוב בתהיליך זה ממלאים שיטות עיבוד מקדים של נתונים, כולל

נורמליזציה המאפשרת להביא את המאפיינים לאותו סולם

;זיהוי והסרת חריגות, המונעות עיוות של המודול

קידוד תכונות קטגוריאליות, המאפשר עבודה עם נתונים טקסט

.מילוי ערכים חסרים, המגביר את עמידות המודול

בנוסח, להערכת יכולת הכללה של המודול ועמידתו בפני מערכי נתונים חדשים נעשה שימוש בשיטות של תיקוף צולב. המאפשרות לחושף התאמה יתרה ולשפר את מהימנות התחזית.

אפילו אם נראה לכם שהcacוס של המשימות שלכם בלתי ניתן לתיאור פורמלי, ידעו - כל אירוע בעולם ובמיוחד תהליכי הבניה כפופים לחוקי מתמטיקה, שעשוים לדרוש תמיכה בחישוב ערכיים לא דרך נושאות מהמירות אלא בעזרה סטטיסטייה ונתונים היסטוריים.

כפי שהסבירו עלויות מסורתיים, המוצעים על ידי מחלקות חישוב, מתמודדים עם חוסר ודאות ומקורות פוטנציאליים לטיעיות, כך גם מודלים של למידת מכונה. עם זאת, כאשר ישנו נתונים אינטואיטיביים בכמות מספקת, מודלים של במידה מוגנה יכולים להציג דיקט דומה, ולעתים אף גבוהה יותר, בהשוואה להערכתם של מומחים.

למידת מכונה, ככל הנראה, התפקיד לכלי עזראמין לניתוח, המאפשר: לחזק חישובים, להציג תרחישים, חלופים ולגנות תלות נסורת בין פרמטרים של פרויקט. מודלים כאלה לא יתימרו להיות אוניברסליים אך כבר בקרוב יוכל לתפוס מקום חשוב בחישובים ובהליכי קבלת החלטות פרויקטיב. טכנולוגיות למידת מכונה לא יחריגו את מעורבותם של מהנדסים, אומדנים ואנאליסטים, אלא, להיפך, ירחבו את יכולותיהם, תוך העצמת נקודת מבט נוספת, המבוססת על נתונים היסטוריים.

בשימוש נכון של למידת מכונה בתהליכי העבודה של חברות הבניה, יש לה פוטנציאל להפוך לרכיב חשוב במערכת תミニון החלטות ניהולית - לא כתהיליך לאדם, אלא כהרחבה של האינטואיציה המקצועית והיגיון ההנדסי שלו: במשימות היומיומיות שלהם.

צעדים נוספים: מהסנו לניתוח ולהיזוי

גישה מודרנית לעבודה עם נתונים מתחילה לשנות את העקרונות לקבלת החלטות בתעשייה הבניה. המעבר מהערכת אינטואיטיבית לנition אובייקטיבי של נתונים לא רק מעלת הדיקט, אלא גם פותח הזדמנויות חדשות לאופטימיזציה של תהליכי. לsicום חלק זה, יש להציג את ה策דים העיקריים העיקריים שיכולים לסייע בישום השיטות שנדרנו: במשימות היומיומיות שלהם.

■ יצירה תשתיית אחסון נתונים בת קיימת

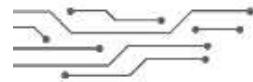
- נסו לאחד מסמכים מפוזרים נתונים פרויקטים למודל טבלאי אחד, תוך כדי ארגזיה של מידע מפתח במסגרת דאטא פריים לנition נוסף
- במקום Apache Parquet השתמשו בפורמטים ייעילים לאחסן נתונים - לדוגמה, פורמטים עמודתיים כמו CSV בלבד עבור מערכות נתונים שעשוות לשמש בעtid לאימון מודלים של למידת מכונה - XLSX או CSV
- צרו מערכת גרסאות נתונים, המאפשרת לעקוב אחרי שינויים במהלך כל הפרויקט

■ הטמעת כלים לנition וautomציה

- התחילה לנתח נתונים ההיסטוריים של פרויקטים - לפי תיעוד, מודלים, אומדנים - כדי לחושף תבניות, מגמות ו anomalיות
- להעלאה אוטומטית והכנה של נתונים ETL (Extract, Transform, Load) שלטו בתהליכי
- שונות ליזואליזציה Python למדוד הציג מדדים מפתח באמצעות ספריות
- התחילה לישם שיטות סטטיסטיות ודגימות אקרראיות כדי לקבל מסקנות אינטואיטיביות מייצגות וחזרות

העלאת בשלות בעבודה עם נתונים

- למדו כמה אלגוריתמים בסיסיים של למידת מכונה על דוגמאות פשוטות וברורות, כמו מערכת הנתונים של טיטנייק
- נתחו את התהליכיים הנוכחים והגידרו היכן ניתן לעבור מלוגיקה סיביתית נוקשה לשיטות סטטיסטיות לחיזוי והערכתה
- התחלו לראותBN נתונים נכנסות לשלב חדש של התפתחות, שבו יתרונן תחרותי מוגדר לא לפי כמות המשאים, אלא לפי מהירות קבלת החלטות על בסיס אנליזטיקה



מקסימום נוחות עם הגרסה המודפסת

לשימוש נוח יותר וגישה מהירה. אתם מוחזקים בידיכם את הגרסה הדיגיטלית החינמית של לחומרים, אנו ממליצים לשקול את הגרסה המודפסת:



תמיד בהישג

יד: ספר

בפורמט מודפס

ധופך לכלי

עובדת אמין,

המאפשר

למצוא

ולהשתמש

במהירות

וביזואлизציות

ותרשימים

בכל מצב

עובדת

איכות גבוהה

של איורים: כל

התמונות

והרפיים

בגרסה

המודפסת

מוחגים

באיכות

מקסימלית

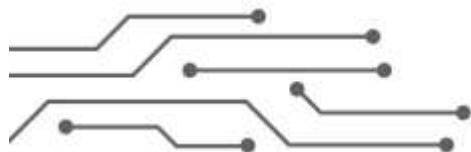
גישה מהירה

למידע: ניוט

נוח, אפשרות לעשות הערות, סימניות ולבוד עם הספר בכל מקום.

ברכישת הגרסה המודפסת המלאה של הספר, אתם מקבלים כלי נוח לעובדה נוחה ויעילה עם מידע: אפשרות להשתמש בחומרים ויזואליים במשימות יומיומיות, למצוא במהירות את התרשימים הנדרשים ולעשות הערות. בנוסף, רכישתכם תומכת בהפצת ידע פתוח.

ניתן להזמין את הגרסה המודפסת של הספר בכתובת datadrivenconstruction.io/books



X חלק תעשיית הבניה בעידן הנתונים הדיגיטליים הздמנויות ואתגרים

החלק העסקי והסופי מציע מבט כולל על עתיד תעשיית הבניה בעידן של טרנספורמציה דיגיטלית. כאן נבחן המעבר מנתח סיבתי לעובודה עם קורלציות של נתונים גדולים. נעשות מקבילות בין התפתחות האומנות הוויזואלית לבין התפתחות העבודה עם נתונים בבנייה, המדגימות כיצד התעשייה מתקדמת מבקרת פרטימ למבנה כוללת של תהליכי גודנה הקונספט של "אובייזציה" של תעשיית הבניה, שבה שיקיפות הנתונים ואוטומציה של חישובים עשויות לשנות באופן דידי מודלים עסקיים מסורתיים, תוך כדי חיסול הצורך במתכוונים והפחית אפשריות לפסקולציות. גודנות בעיות לא פתורות, כמו סיוג אוניברסלי של רכיבים, אשר נתונים לחברות הבניה זמן להסתגל לתנאים החדשניים. החלק מסתיים בהמלצות קונקרטיות לגבי גיבוש אסטרטגיית טרנספורמציה דיגיטלית, הכוללת ניתוח פגיעות והרחבת מגוון השירותים לשם ראה על תחרויות בתעשייה המשתנה.

פרק 10.1

אסטרטגיות היזרדוֹת: יצרת יתרונות תחרותיים

קורלציות במקום חישובים: העתיד של אנליזטיקה בبنיה

בשל הדיגיטציה המהירה של מידע, הבניה המודרנית חוות טרנספורמציה יסודית, שבה הנתונים הופכים לא רק לכלי אלא לנכס אסטרטגי, המסוגל לשנות באופן דרמטי את הגישות המסורתיות לניהול פרויקטים ולעסקים.

במשך אלף שנים, הפעולות הבניות התבססה על שיטות דטרמיניסטיות - חישובים מדויקים, פירוט ובקורת פרמטרים קפדיות. במאות הראשונות לספרה, מהנדסים רומיים השתמשו בעקרונות מתמטיים לבניית אקוודוקטים וגשרים. בימי הביניים, אדריכלים שאפו לפ羅פּוֹרְצִיָּות אידיאלית של קתדרלות גותיות, ובудין התיעוש של המאה ה-20, הוקמו מערכות של תקנים ורגולציות סטנדרטיים, שהפכו לבסיס לבניה המוניה.

כיום, כיוון ההתקפות זו מהחיפוש אחר קשרים סיבתיים מדויקים לנition הסתברותי, חיפוש קורלציות ודפוסים סמויים הענף נכנס לשלב חדש - הנתונים הופכים למשאב מרכזי, והאנליזטיקה המבוססת עליהם מחליפה גישות אינטואיטיביות ומשמעות מקומית.



פוטנציאל הנתונים הבנייטיים: החישובים הקיימים בחברה הם רק קצה הקרחון, הנגיש למנהלים לצורך ניתוח.

מערכת המידע של החברה דומה לקרחון: למנהלי החברה נראה רק חלק קטן מהפוטנציאל של הנתונים, בעוד שערך העיקרי טמון בעומק המידע. חשוב להעיר את הנתונים לא רק לפי השימוש הנוכחי שלהם אלא גם לפי האפשרויות שהם יפתחו בעתיד. רק החברות שידעו להציג דפוסים סמויים וליצור ידע חדש מתוך הנתונים, יוכלו לבסס יתרון תחרותי בר קיימת.

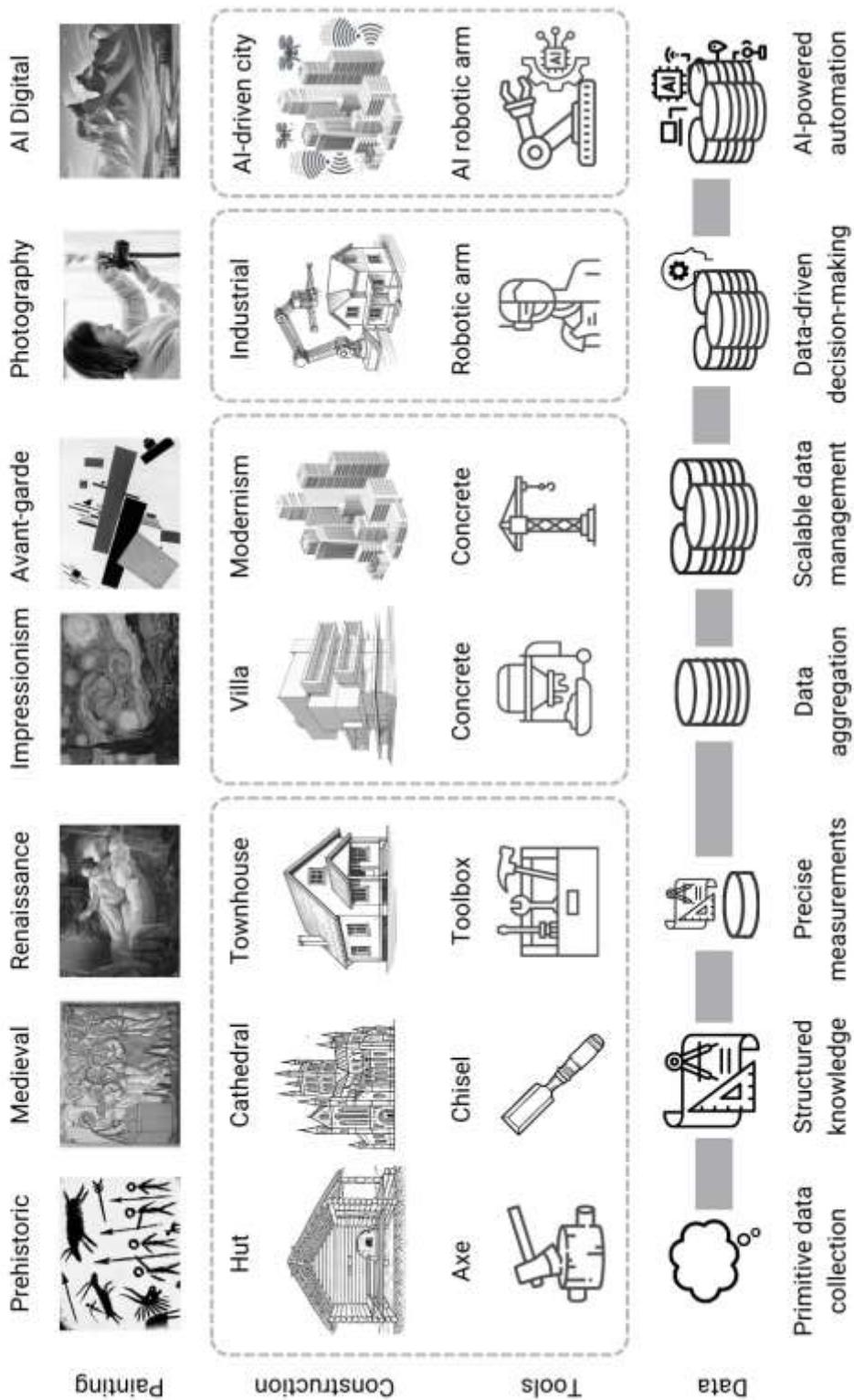
חיפוש דפוסים סמויים והבנת הנתונים אינם רק עבודה עם מספרים, אלא תהליך יצירתי, הדורש חשיבה מופשטת ויכולת לראות את התמונה הכלולת מאחוריו אלמנטים מבודדים. במובן זה, התפתחות העבודה עם נתונים ניתנת להשוואה עם האבולוציה של האמנות הוויזואלית.

התפתחות הבניה מזכירה באופן מפתיע את התקדמות האמנות הוויזואלית. בשני המקרים, האנושות עברה דרך משיטות פרימיטיביות לטכנולוגיות מורכבות של ויזואליזציה וניתוח. לעומת התרבות המדינית, אנשים השתמשו בציורים על קירות ובכלים פרימיטיביים כדי לפתור בעיות יומיומיות. בימי הביניים ובתקופה הרנסנס, רמת המורכבות בארכיטקטורה ובאמנות עלה מושעתית. לקרהת תחילת ימי הביניים, כל הבניה התפתחה מכלי פשוט כמו גרזן למערכות רחבות של כלים, המסללים את עליית הידע הטכני.

עדין הריאליות היה המהפהכה הראשונה באמנות הוויזואלית: האנשים למדו לשחזר את הפרטים הקטנים ביותר, תוך השגת מקסימום אמינות בתמונה. בבניה, המקבילה של תקופה זו הייתה שיטת הנדסה מדוקוטה, שרטוטים מפורטים וחישובים קפדיים, שהפכו לבסיס לפракטיקה התכנונית במשך מאות שנים.

מאוחר יותר, האימפרסיוניזם שינה את תפיסת המציאות האמנותית: במקום העברת מילולית של הצורה האמנית החלו לחudit את המצב רוח, האור והדימיקה, במטרה לשחק את הרושם הכללי ולא את הדיקט האבסולוטי. באופן דומה, למידת מכונהenganтиקה בנייה מתרחקת ממודלים לגוניים נוקשים לזיהוי תבניות וחוקי הסתברות, המאפשרים "לראות" תלות נסתורות בנתונים, שאינן נגישות בניתוח קלנסי. גישה זו מתכתבת עם רעיונות המינימליזם והפונקציונליות של באוהאוס, שבו המשמעות (הפונקציה) החשובה יותר מאשר המראה. באוהאוס שאף להסיר את המיותר, לוותר על קישוטים למען בהירות, שימושיות ומסחריות הדברים היינו צריכים להיות מוכנים ושימושיים, ללא עודפים – האסתטיקה נולדה מתוך הלוגיקה של הבניה והיעוד.

עם הופעת הצילום בסוף המאה ה-19, האמנות קיבלה כדי חדש לתיעוד המציאות בדיקח חסר תקדים והפכה את היחס, לאמנות הוויזואלית. באופן דומה, בבניה, המהפהכה התעשייתית במאה ה-20 מביאה ליישום טכנולוגיות ורבותיות וריעונות כמו "בנייה מחוברת", שבהם איסוף פרמטרים בודדים התפתח לתיעוד אינטיגנטי בקנה IoT, RFID, לוייזרים. מידת המיצאות המלאה של אתר הבניה.



- תקופות האבולוציה של האמנת הוויזואלית מתאימות להתקפות הגישות לעובדה עם נתונים בתעשייה הבניה 10.12. ריש

תשiedad הבניה הווה, WLL-ו AI היום, בדיק כmo שהאמנת הוויזואלית הווה מחדש את עצמה עם הגעת הכלים של

מאפשרות LLM-צ'אט, (AI) קפיצה קוונטית נוספת: מערכות אינטלקטואליות, המנהלות על ידי אינטלקטואלית מלאכותית. להזות, ליעיל וליצור פתרונות עם מינימום התערבות אנושית.

תקיך הנתונים בתכנון ובניהול השטנה באופן רדייקלי. אם בעבר הידע הועבר בעל פה והיה בעל אופי אמפרי – בדומה לכך, עד המאה ה-19 המציאות תועדה בכתביהם שנכתבו בידי – היום במרכזו השומת הלב נמצאת התיעוד הדיגיטלי המלא של "תמונה" הבנייה. בעזרת אלגוריתמים של מידת מכונה, התמונה הדיגיטלית זו מתמירה לתצוגה אימפרסיבוניסטיית של המציאות הבניינית – לא העתק מדויק, אלא הבנה כללית, הסתברותית של התהליכים

אנו מתקרבים במהירות לעידן שבו החקלאי התכנון, הבנייה וההפעלה של מבנים לא רק יתמכו, אלא גם ינוהלו במידה רבה על ידי מערכות אינטלקטואליות מלאכותית. בדומה לכך, כיצד האמנות הדיגיטלית המודרנית נוצרת ללא מברשת – בעזרת הנחיות טקסטואליות וgambarים גנרטיביים – הפתרונות האדריכליים והנדסיים של העתיד ייבנו על בסיס בקשות מרכזיות ופרמטרים שנקבעו על ידי המשמש

במאה ה-21, הגיעו לנוטרים, הפרשנות שלהם ואיכות האנגלטיקה הופכים לתנאים בלתי נפרדים להצלחת הפרויקט. יתרה מכך, ערך הנתונים נקבע לא לפי כמותם, אלא לפי היכולת של המומחים לנתח, לבדוק ולהפוך אותם לפעולות.

גישה מבוססת נתונים בבנייה: תשתיות ברמה חדשה

בהיסטוריה של האנושות, כל קפיצה טכנולוגית כזו הביאה לשינויים יסודיים בכלכלה ובחברה. היום אנו עומדים לגל חדש של טרנספורמציה, שnitן להשווות אותו בהיקפו למהפכה התעשייתית של המאה ה-19. עם זאת, בעוד שלפני מאה שנה הכוח המניע העיקרי של השניים היה כוחות מכניים וטכנולוגיות אנרגיה, כיום מדובר בנוטרים ובבנייה מלאכותית.

משנים את מהות היישומים עצמו, מה שהופך את ערכות התוכנה המסורתית (שندונו AI וסוכני LLM, למידת מכוננו ולא בכללים עסקיים, AI בחלק השני של הספר (לבלוי נחוצות. כל הלוגיקה של עבודה עם נתונים מרכזת בסוכני -- מקודדים קשיחים

בעידן הנתונים, התפיסות המסורתיות של יישומים משתנות באופן דרמטי. אנו מתקדמים לモול שבו מערכות מודולריות ארגוניות כבדות יפנו את מקומן לפתרונות פתוחים, קלים ומוחדים

בעתיד תישאר רק התשתיות הבסיסית של הנתונים, וכל האינטראקציה עימם תתרחש דרך סוכנים העובדים ישירות עם בסיס הנתונים. אני באמון מאמין שכל מערכת היישומים תהיה, כי פשטוט אין צורך בה, כאשר הבינה המלאכותית מתקשרת ישירות עם הקמתן חברות, שעבדה בהן, ואם להזות כנה, עכשו כנאה לא הייתה – SaaS-בסיס הנתונים המרמי. כל הקריירה שלו עבדה בכרען. המצב לא;brור מי. זה לא אומר שבעתיד לא SaaS חדש. וסביר להניח שלא יהיה ממש קשיש בחברות SaaS מתחילה עסק יהיו חברות מוכנה, פשטוט אין ייראו אחרית לוגורי. המערכות העתידיות יהיו בסיסי נתונים עם הלוגיקה העסקית שהועברה לסוכני סוכנים אלה יעבדו עם מספר מאג'י נתונים בו זמינות, מכל ליהו מוגבלים לבסיס אחד. כל הלוגיקה תעבור לרמת הבניה AI. המלאכותית. מתיו ברמן, מנכ"ל פולוורד פיז'

ההבדל המרכזי של הפרטיגמה החדשנית הוא המינימליזם של העומס הטכנולוגי. במקום מערכות תוכנה מורכבות

ומסיבות, נקבל מודולים גמישים, פתוחים ומהירים להתקנתה, שהווים ממש בתחום זרם הנתונים. הארכיטקטורה של ERP, ניהול התהליכים בעתיד שימוש במיקרו-ישומים - כלים קומפקטיים ומוקדים, השונים באופן עקרוני מערכות PMIS, CDE, CAFM והסגורות. הסוכנים החדשניים יהיו מותאמים ככל האפשר, משולבים ומוקדים (בשילוב עסקיות ספציפיות Low-Code/No-Code).-

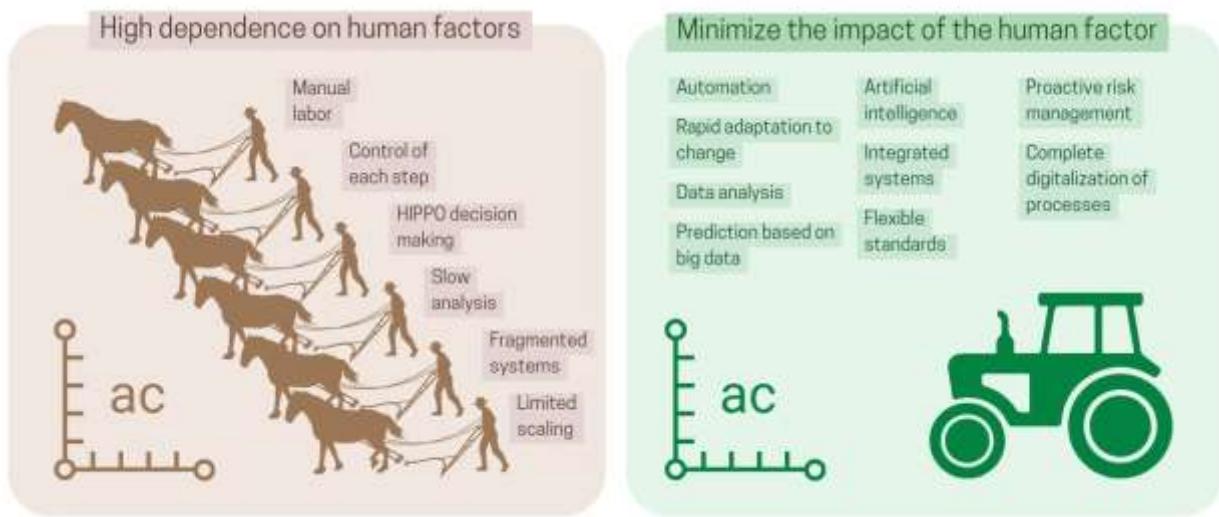
[יצירה, קריאה, עדכון ומחיקה [במספר CRUD והסוכנים הללו יבצעו פעולות, [AI סוכני] כל הלוגיקה העסיקת תעבור לאוטם AI-ברמתה מאגרי נתונים, כלומר הם לא יבחן באיזה בקען משתמשים. הם יעדכו מספר בסיסי נתונים, וכל הלוגיקה תהיה תחפה למקומות שבו נמצאת כל הלוגיקה, אנשים יתחלו להחליף את הבקענים. אז כבר עדכון AI-הזרעה. ואחר רמתה המשמש בסוכנים, ואנו נמשיך לפעול בכיוון זה, במטרה לאחד את כל זה Dynamics גובה למדדי השלחות בשוק הבקענים. אלא גם הפטרונות שלנו בתחום הפיננסים והפעולות בין אם זה בתחום שירות הלקוחות או בתחום אחרים, כמו לא רק אחת AI. וסוכני AI שבוחן רמת הלוגיקה יכולה להתנהל על ידי AI, כי אנשים יותר אפליקציות עסקיות עבויה היא, ככלומר מה שעשינו: עכשווי עם Excel Copilot, עם Python עם GitHub Copilot.

ולהתחל למשחק איתה זו כבר לא רק בניית המספרים Copilot כדי פשוט לפתח אותו להפעיל את Excel, כשים לך יוצר תוכנית ולאחר מכן מבצע אותה, כך וזה דומה GitHub Copilot Workspace - הוא יכול תוכנית עצמה. כמו שExcel-משתמש ב Copilot, כלי ויוזיציה של שורות ועמודות לניהם. כך Excel-לעבודה של אנליסט נתונים שמשתמש ב סאטיה נדלה, מנכ"ל מיקרוסופט, ריאין – כלי עם כל האפשרויות שלו, כי הוא יכול ליצור נתונים ויש לו מפרש צember BG2 2024 לעוז]

העובדים ישירות AI החדשני שאנו עדים לו בולוגיקה של יישומי משרד – המעבר מממערכות מודולריות וסגורות לסוכני: עם נתונים פתוחים – הוא רק חלק מתהליך רחב הרבה יותר. מדובר לא רק בשינויים מסוימים או בארכיטקטורת תוכנה החדשני יגעו בעקרונות הבסיסיים של ארגון העבודה, קבלת החלטות וניהול עסק. במבנה, זה יביא להיווצרות לוגיקה מונעת נתונים, שבה הנתונים יתפכו לרכיב המרכזי של התהליכים – מעצב ועדי ניהול משאבים ובקרה התקדמות הבניה.

משרד דיגיטלי מהדור הבא: כיצד הבינה המלאכותית משנה את סביבת העבודה

כמעט שנה לפני כן, האנושות כבר חוותה מהפכה טכנולוגית דומה. המעבר ממוכנות קיטור למגוון השימושים נמשך יותר מרבעה עשורים, אך בסופה של דבר הפק לקטלייזטור לצמיחה חסרת תקדים בפרודוקטיביות – בראש ובראשונה, בזותה דה-מרכזיזציה של מקורות האנרגיה וಗמישות הਪתרונות החדשניים. شيئا' זה לא רק שינה את מהלך ההיסטוריה והעביר את רוב האוכלוסייה מכפרים לערים, אלא גם הניח את היסודות לכלכלה המודרנית. היסטוריית הטכנולוגיה היא מסלול מהעבודה הפיזית לאוטומציה ולמערכות אינטלקטואליות. כמו שהטרקטור החליף חברות חקלאים, הטכנולוגיות עוד בתחילת המאה ה-20, רוב (10.13) הדigitalיות המודרניות דוחקות את השיטות המסורתיות לניהול הבניה האוכלוסייה על פני כדור הארץ עיבדה את האדמה ביד, עד שבעשנות ה-30 החלה מכוניזציה של העבודה בעזרת מכונות וטרקטורים -



כמו שהטרקטור החליף עשרות אנשים בתחום המאה ה-20, כך גם למידת מכונה החליף את השיטות המסורתיתות 10.13 אויר לניהול עסקים ופרויקטים בתחום המאה ה-21.

בדיקן כמו שהאנושות לפני מאה שנה עברה מעיבוד שטחים עם כלים פרימיטיביים לחקלאות בקנה מידה גדול עם שימוש בטכנולוגיה, היום אנו עושים את המעבר מעיבוד "סילום" מבודדים של מידע לעובדה עם מערכិ נתונים. ואלגוריתמים של אינטלקנציה מלאכותית ETL-pipeline – בעזרת "טרקטורים" רבי עצמה.

אנו עומדים על ספר קפיצה דומה – אך כבר במישור הדיגיטלי: מהניהול המסורי, הידני של עסקים למודלים מבוססי נתונים.

הדרך לארכיטקטורה מבוססת נתונים מלאה תדרוש זמן, השקעות וממצאים ארגוניים. אך הדרך זו פותחת פתח לא רק לשיפור הדרוגתי, אלא לקפיצה איקוונית – לעבר ייעילות רבה יותר, שקיופת וניהוליות בתהליכי הבניה. כל זה – בתנאי של יישום שיטתי של כלים דיגיטליים ונטישה של פרקטיקות עסקיות מיושנות.

טוקניות, נתונים גדולים ולמידת מכונה, IoT, NFC, RFID, LLM, ETL, פרמטריזציה של שירותי הפקו את הבניה המסורתית לבניית נתונים, שבה כל פרט בפרויקט ובעסק הבניה יישלט ויופעל בעזרת נתונים.

המהפכים, LLM-בעבר, נדרשו אלף שעות אדם לנתחה מידע. עכשיו המשימות הללו מבוצעות על ידי אלגוריתמים ומערכות נתונים מבודדים בעזרת פרומטפים למקורות אסטרטגיים. בעולם הטכנולוגי קורה מה שקרה עם החקלאות: מהሞוט – וסיכון יזני Excel היין אנו עוברים למרכז אוטומטי לחקלאות. כך גם העבודה המשרדית בבנייה – מקבץ עוברת למרכז אינטלקנציה, שבה הנתונים נאספים, מנוקים, מאורגנים והופכים לתוכנות.

כבר היום חברות צרכות להתקיל "לגדל" "שדות מידע בעזרת איסוף איקווני של נתונים ומבנה מידע, ול"להפרות" אותו בכלים של ניקוי ונורמליזציה, ולאחר מכן "לקטוף את היבול" – בזרה של ניתוחים חיזויים ופתרונות אוטומטיים. אם חקלאי מודרני עם מכונה יכול להחליף מהה קלאים, אז גם אלגוריתמים אינטלקנציאליים יכולים להקל על העובדים מהשגרה ולהעביר אותם לתפקידים של מנהלי אסטרטגייה של זומי מידע.

עם זאת, חשוב להבין שיצירת ארגון באמצעות מבוסס נתונים – זה לא תהליך מהיר. זהו כיוון אסטרטגי ארוך טוח, דומה ליצירת שטח חדש לגידול עיר חדש, שבו כל "ע"ן במרקם האקולוגיות הוו – זהו תהליך, מזמננו או כל נפרד, שדורש זמן לצמיחה ולפיתוח. וכמו במקרה של עיר אמיתי, ההצלחה תלויה לא רק באיכות החומר הנshall (טכנולוגיות), אלא גם - באדמה (תרבות ארגונית, (בأكلים) סביבה עסקית (ובטיפול) (גישה מערכתית)

חברות כבר לא יכולים להסתמך אך ורק על פתרונות סגורים "מכנים". בוגוד לשכבים הקודמים של התפתחות טכנולוגית המעבר הנוכחי – לגישה פתוחה לנ נתונים, לשימוש אינטלקטואלית ולהפצת קוד פתוח – סביר להניח שלא קיבל תמורה מצד ספקים גדולים, מכיוון שהוא מאיים ישירות על המודלים העסקיים המושרים שלהם ועל מקורות ההכנסה העיקריים.

כפי שהראה מחקר של בית הספר לעסקים של הרווארד, אשר כברណ בפרק על המהפקות הטכנולוגיות הרביעית וה חמישית, העולות של יצירת פתרונות קוד פתוח הנראב ביותר מאפשר עבור כל חברות היו מגיעות לכ- 4.15 מיליארד דולר. עם זאת, אם נניח שכל חברה תפתח חלופות משלה ללא גישה לכלים קיימים של קוד פתוח כפי שקרה בעשוריים האחרונים, העולות הכלולות של העסקים עשויות להגיע לסכום עצום של 8.8 טריליאון דולר – זו המחיר של ביקוש לא רצינומי, אשר יכול להעריך את שוק התוכנה

התקדמות הטכנולוגית תוביל בהכרח לבחינה מחדש של מודלים עסקיים מקובלים. אם בעבר חברות יכלו להרוויח על תהליכי מרכיבים, לא שkopים ונתונים סגורים, עם התפתחות הבינה המלאכותית והאנליטיקה, גישה זו הופכת לפחות ופחות ברת קיימת.

כתוואה מכך, הדמוקרטייזציה של הגישה לנ נתונים ולכלים עשויים לצמצם באופן משמעותי את השוק המסורי של מכירת תוכנה. עם זאת, במקביל לכך, יקום שוק חדש – שוק המומחיות הדיגיטלית, ההתקאה האישית, האינטגרציה ועיצוב הפתרונות. כאן הערך ייווצר לא על ידי מכירת רישיונות, אלא על ידי היכולת לבנות תהליכים דיגיטליים גמישים, פתוחים ומותאמים. בדומה לאופן שבו החשמול והופעת הטרקטורים יצרו תעשיות חדשות, כך גם השימוש בנ נתונים גדולים, בינה מלאכותית ומודלים לשוניים גדולים פותח אופקים חדשים לחולוטן עבור העסקים בתעשייה הבנייה, אשר ידרשו לא רק השקעות טכנולוגיות, אלא גם טרנספורמציה عمוקה של החשיבה, התהליכים והמבנים הארגוניים. והחברות והמקצוענים שיבינו זאת ויתחילו לפעול כבר היום, יהיו המובילים של מהר הבנייה.

בעולם שבו נתונים פותחים הופכים לנכס המרכזי, זמינות המידע תנסה את כלבי המשחק. משקיעים, לקוחות וմסדיירים ידרשו יותר ויותר שקייפות, ואלגוריתמים של למידת מכונה יהיו מסוגלים לזהות אוטומטית אי-התאמות בערכות, בזמן ובועלויות. זה יוצר תנאים לשלב חדש של טרנספורמציה דיגיטלית, שMOVIL אותו בהדרגה ל"אובייזציה" של תעשיית הבנייה.

נתונים פתוחים ואובייזציה הם איום על עסקי הבניה הנוכחיים

הבנייה הופכת לתהליך של ניהול מידע. ככל שהנתונים מדויקים, איצוקים ומלאים יותר, כך התוכנו, החישובים, הערכות העולות, הבנייה וההפעלה של הבניינים יהיו יעילים יותר. בעtid, המשאב המרכזי לא יהיה נוכח של מונוף בטון וברזל, אלא יוכל לאסוף, לנתח ולהשתמש במידע

לקוחות חברות הבניה - משקיעים ולוקחות הממן את הבניה, בעtid ישמשו בהכרח בערך של נתונים פתוחים ואנליטיקה של נתונים היסטוריים. זה יפתח אפשרות לאותומציה של היישובי זמני ועלויות הפרויקטים, מבליל לערב את חברות הבניה בשאלות של הערכות, מה שיאפשר לשЛОוט בהוצאות ולזהות במהירות הוצאות מיותרות.

דמיינו אחר בניה שבו סורקי ליזר, רחפנים ומערכות פוטוגרמטריה אוספים בזמן אמיתי נתונים מדויקים על כמות הבטון (BIM) בשימוש. מידע זה מומר אוטומטית למודלים שטוחים פשוטים עם מטא-נתונים, תוך דילוג על מערכות הנתונים שנאפסים מאתר הבניה מועברים באופן PMIS או ERP. מסורבלות, ללא תלות בליבת גיאומטריות מורכבות מרכזי לאחסן מאורגן אחד, הנגיש ללקוח לנתח עצמאי, שבו מועמסים מחרירים אמיתיים מחניות שונות ודוגמאות שונות - משיעור מימון האשראי ועד גורמים דינמיים משתנים כמו תנאי מג האוויר, ציטוטי מנויות של חומרים לבניה תעירפי לוגיסטי וסטטיסטיות של תנודות עונתיות במהלך העבודה. במקרים כאלה, כל סטייה בין כמות החומרים המתוכנות לאלו בפועל הופכת מיד לגלויה, מה שהופך מניפולציות על היישובי התקציב לבליי אפשריות, הן בשלב התכנון והן בעת מסירת הפרויקט. בסופו של דבר, שיקיפות תהליכי הבניה מושגת לא בזכות צבא של בודקים ומנהלים אלא בזכות נתונים דיגיטליים אובייקטיבים, שבהם יוקטן למינימום הגורם האנושי ואפשרות הספקולציות.

CQMS. איור 1.24 צו על בקרת נתונים תבצע בעtid ככל הנראה על ידי מנהלי נתונים מצד הלוקה במיוחד כאשר מדובר בחישובים ובחישובי התקציב של פרויקטים: היכן שב עבר עבר מחלוקת של מחשבים, כבר מהר יופיעו כלים של למידת מכונה וחיזוי, שיקבעו לחברות הבניה את המסגרות המהירות שהן עליהן להתאים את עצמן.

בהתחשב באופיו המפוץל של ענף הבניה, כאשר רוב המערכות והמערכות המשניות מסופקות על ידי עסקים קטנים ובינוניים, האסטרטגיה הדיגיטלית צריכה לצאת מהлокה. הלקוחות צריכים ליצור תנאים ומנגנונים להשיפת האפשרויות הדיגיטליות של שרשרת האספקה.

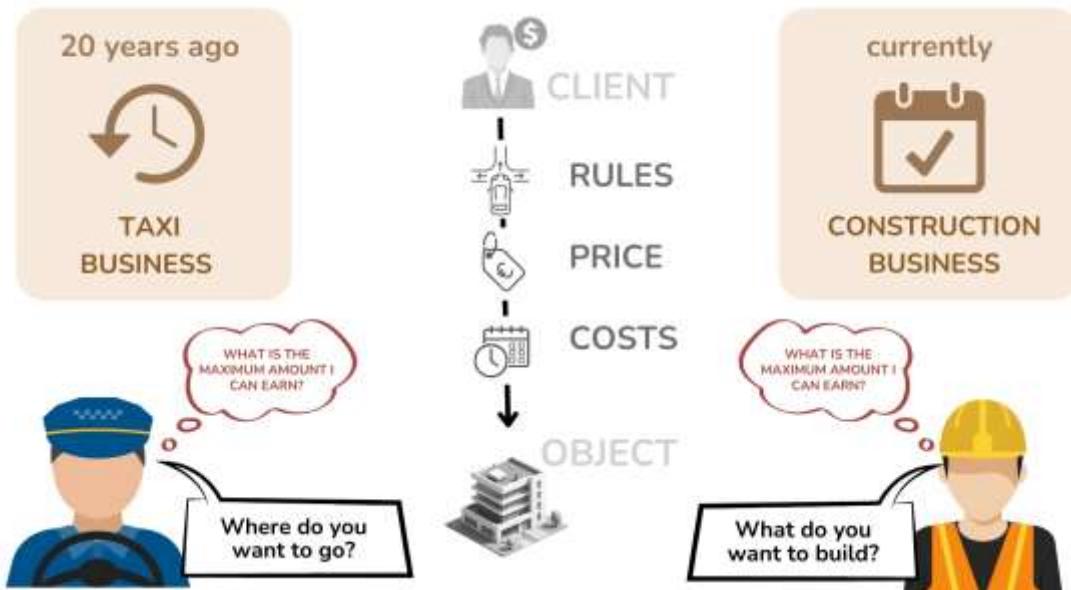
"יצירת דרך גדול יותר באמצעות פרויקטים קפיטליים" Accenture, אנדרו דייוויס וג'ולייאנו דניקול

פתוחות ושיקיפות צו של נתונים מהוות איום על חברות הבניה, שהתרגלו להרוויח מהעדר שקייפות בתהליכיים ודווחות מסוימים, שבהם ניתן להסתיר ספקולציות והוצאות נסתרות בפורמטים מורכבים וסגורים ובפלטפורמות נתונים מודולריות קנייניות. לכן, חברות הבניה, כמו במקרה של קידום פתרונות קוד פתוח על ידי ספקים, סביר להניח שלא יתעניינו בישום מלא של נתונים פתוחים בתהליכי העבודה שלהן. אם הנתונים יהיו זמינים וניתנים לעיבוד בקלות עבור הלוקה, ניתן יהיה לבדוק אותם אוטומטית, מה שיבטל את האפשרות להפריז בנסיבות ולבצע מניפולציות על התקציבים.

לפי דוח הפורום הכלכלי העולמי "עיצוב עתיד הבניה" 2016, (אחת הביעות המרכזיות בענף היא התפקיד הכספי של הלוקה. עם זאת, הלקוחות עצם צריכים לקחת על עצמן אחריות הרבה יותר על תוכנות הפרויקטים – החלט מתכונן מוקדם, בחירת מודלים בני קיימת של אינטראקטיבית ועוד פיקוח על הביצוע. ללא מעורבות פעילה מצד בעלי הפרויקטים, טרנספורמציה מערכית של ענף הבניה אינה אפשרית.

ובכן השליטה על היישובי כמות וועלויות כבר הפק לשינוי במהלך 20 השנים האחרונות בענפים אחרים בכלכלת, מה שאפשר ללקוחות להשיג את מטרותיהם ישרות, ללא מתווכים. הדיגיטציה ושיקיפות הנתונים שינו רבות מהמודלים

העסקים המסורתיים, כפי שקרה עם נגדי המוניות לאחר הופעת אובר (איור 10.14), (עם בעלי המלונות לאחר הגעת Airbnb ועם קמענאים וחניות לאחר התפתחות אמזון, כמו גם עם הבנקים - בזקota עליית הניאו-בנקים ואקויסיטומות הפיננס המופצחות, שבהן הגישה הישירה למדיע ואוטומציה של חישובי זמן ועלות הפקתו באופן משמעותי את תפקיד המתווכים).



איור 10.14 עסק הבניה יתמודד עם "אובריזציה", כפי שנאלצו להתמודד נגד המוניות, בעלי המלונות והקמענאים לפני 20 שנים.

תהליך הדמוקרטייזציה של הגישה לנוחנים ולכללים לעיבודם הוא בלתי נמנע, ובסופה של דבר גתונים פתוחים בכל המרכיבים של הפרויקט יהפכו לדרישה של הלוקוח ולסתנדרט חדש. لكن, שאלות של יישום פורמטים פתוחים ורישובים שkopים יקדמו בעיקר מצד מושקים, מזומנים, בנקים וקרן השקעה פרטיות - אלו שבסופה של דבר הם המשמשים הסופיים של המבנים שנבנו ולאחר מכן מפעילים את המבנה ממשך שירות שנים.

יצרת Accenture משקים גדולים, מזומנים ובנקים כבר דורשים שקיופות בענף הבניה. לפי מחקר של ערך גדול יותר באמצעות פרויקטים הוניים (2020) (נתונים שкопים ואמינים הופכים לגורם מכירע, בהחלטות השקעה בבניה. כפי שמצינים המומחים, ניהול פרויקטים אמין ויעיל אינו אפשרי ללא שקיופות במיוחד בתנאי משבר. בנוסף, בעלי נכסים ובעלי נכסים עוברים יותר ויתר לחוזים שמעודדים חילופי נתונים וניטהוח משותף, מה שמקיף את הדרישות האגורות מצד מושקים, בנקים וմסדיים לאחוריות ולשקיופות

תנוועת המשקיע, המזמין מהרעיון ועד הבניין המוגמר, בעתיד תהיה דומה למסע על טיס אוטומטי - ללא נהג בדמות חברת הבניה, מבטיחה להיות בלתי תלואה בספקולציות ובחוסר ודאות.

עדין הנזקים הפתוחים והאוטומציה ישנה באופן בלתי נמנע את עסקי הבניה כפי שכבר קרה בبنಕאות, מסחר קללאות ולוגיסטיקה. בענפים אלה תפקוד המתווכים והדריכים המסורתית לעסוק בעסקים מפנים את מקומם לאוטומציה וロובוטיזציה, מכל להשאיר מקום להעלות מחירים בלתי מוצקיות ולספקולציות.

נתונים ותהליכיים בכל סוג הפעולות הכלכלית של בני אדם אינם שונים מללה שעלייהם מתמודדים אנשי מקצוע בענף הבניה. בטוחה הארוך, חברות הבניה ששלוטות ביום בשוק, קובעות את הסטנדרטים של מחירים ואיכות שירותים, עשויות לשבור את תפקידן כמתווכים המרכזיים בין המזמן לבין פרויקט הבניה שלו.

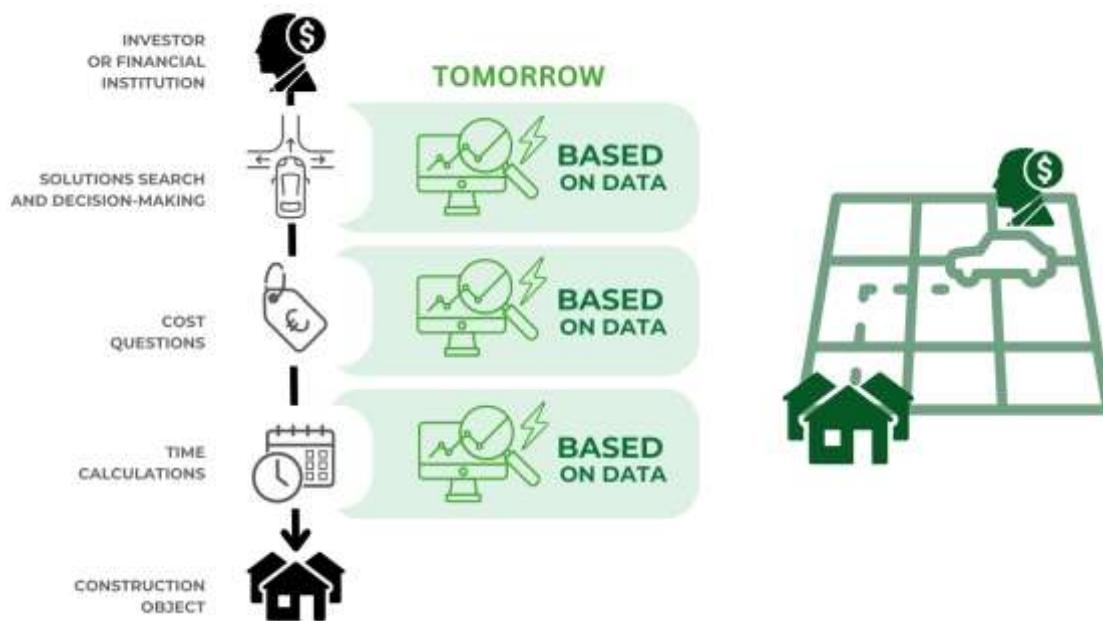
בעיות לא פתורות של אובייקטיביזציה כהזרמוֹת האחרונה לנצל את הזמן עבור טרנספורמציה

אך נזהר למציאות של ענף הבניה. בעוד שבחלקים מסוימים של הכלכלת מופיעים רכיבים אוטונומיים, מערכות פיננסיות, מבוזרות ופתרונות מ皎טי אינטלקטואליות מלאכותית, חלק ניכר מהברחות הבניה עדין נשארות ארגונום מ皎טי נייר. שבהם החלטות המרכזיים מתקבעות בעיקר על סמך אינטואיציה וניסיון של אנשי מקצוע בודדים.

בקשר זה, ניתן להשווות חברת הבניה מודרנית עם תחנת מוניות לפני 20 שנה, אשר שלטה במשאיים, בمسلולים ובזמן ההגעה, נושאת באחריות עללוחות הזמן ועל "הנסעה" – מהריעון התכנוני (תהליך הלוגיסטי והתקנה) ואלגוריתמים של למידת מכונה בחישובי זמן/עלות IoT, RFID GPS-וועך למסירת הפרוייקט. כפי שיכולים לשנות את ניהול הבניה – מהערכות AI שיינו את תחום התחרורה, כך גם נתוניים, אלגוריתמים וסוכני אינטואיטיביות למוחלט מנהל וחוזי. בעשרות השנים האחרונות, בענפים רבים – פיננסים, חקלאות, קמעונאות, ולוגיסטיקה – האפשרות לספק ספקולציות על סמך חוסר שיקיפות של נתונים הלכה והפכה לפחות אפשרותית. מחירים עלויות משולח או עסקאות פיננסיות מחשובים אוטומטיות ובצורה סטטיסטית מבוססת – תוך מספר שינויים בלבד. בפלטפורמות דיגיטליות.

בהביט לעתיד, חברות הבניה צריכות להבין כי דמוקרטייזציה של הגישה לנזקים ולכלים לנתחם תערער את הגישה המסורתיות להערכת עלויות ולוחות זמנים של פרויקטים ותשולל את האפשרות לספק ספקולציות על סמך נתונים לא-ש侃ופים לגבי כמיות ומהירים.

בדומה לנסעה בכביש מוסדר ללא התערבות של נג, תהליכי הבניה של העתיד יזכירו יותר וייתר מערכת "אובר" – עם הערכה אוטומטית של לוחות זמנים ועלויות, ניהול שוקף של משימות ותלות מינימלית בגורם האנושי. זה ישנה את מהות ה"נסעה" מהריעון ועד הוצאה לפועל – ויהפוך אותה ליותר צפואה, מנהלת וממוקדת נתונים.



עלות זמנה ה"דרך" בתהליכי הבניה יקבעו בעזרת מידת מכונה וכליים סטטיסטיים 10.15. ריש.

-CAD (BIM) עם ההכנסה ההדרגתית של תקנות ודרישות חדשות כמעט בכל מדינה בעולם, המאלצות להעביר מודלים ללקוחות או לבנקים הממן פרויקטי בנייה, הלוואה והזמין מקבלים את האפשרות להבטיח שקייפות בחישובי נתוני העלות ודמיות העבודה בעצמם. זה במיוחד רלוונטי עבור לקוחות גדולים ומשקיעים שיש להם את הכספיים והכליים לנition מהירות של כמותם ומעקב אחר מחירים בשוק. עבור חברות המישמשות פרויקטים סטנדרטיים בקנה מידה גדול חניות, בנייני משרדים, קומפלקסים מגורים – פרקטיקות כאלה הופכות לסטנדרט.

כל שמדובר במודלים הופך להיות מלא יותר ומוסדר יותר, האפשרות למניפולציות ולספקולציות כמעט נעלמת טרנספורמציה דיגיטלית משנה בהדרגה את כללי המשחק בענף הבניה, וחברות שלא יתאימו לשינויים הללו עלולות להתמודד עם אתגרים משמעותיים.

חיזוק התחרות, הפער הטכנולוגי והירידה ברוחניות יכולים להשפיע על יציבות העסק. בתנאים של נזילות מוגבלת, יותר ויותר משתתפים בתעשייה פונים לאוטומציה, אנליטהיקה וטכנולוגיות עיבוד נתונים כדרך לשיפור הייעילות והשקייפות של התהליכים. כלים אלה הופכים לשאב חשוב לשימירה על התחרותיות בסביבה הכלכלית המשתנה.

יתכן שאין צורך עד שהנכסויות החיצונית ידרשו לנוקוט בצדדים דחופים - הרבה יותרiesel להתחיל בהכנה כבר היום, להזק את המומנויות הדיגיטליות, ליישם פתרונות מודרניים ולבנות תרבות המוקדמת לעבודה עם נתונים.

אחד מהמכשורים הטכנולוגיים המרכזיים האחרונים בדרך לדיגיטציה רחבות היקף של תעשיית הבניה, שתשפיע בשנים הקרובות על כל חברה, הוא בעיות הסיווג האוטומטי של רכבי פרויקטים בנייה.

לא סיווג מהימן, מדויק ונitin להרבה, אין אפשרות ליצור בסיס לאנלטיקה מלאה, אוטומציה של תהליכי וניהול מחוזר חי האובייקטים באמצעות בינה מלאכותית ודגמים חייזר. כל עוד הסיווג של האובייקטים עדין תלוי בפרשנות ידנית מצד מומחים מנוסים - מנהלי עבודה, מעצבים, ומעריכי עליות לתעשייה הבניה נשאר חלון הזדמנויות. זמן זה ניתן לניצול כהכנה לשינויים הבלתי נמנעים: עליה בדרישות לשקיפות, דמוקרטייזציה של כלים ונתונים, וכן הופעת מערכות סיווג אוטומטי שישנו באופן רדיילי את כללי המשחק.

משימת הסיווג האוטומטי של רכביי עולם הבניה מבחינת מרכיבות דומה לזיהוי אובייקטים במערכות נהיגה אוטונומית מה שמייצג את אחד האתגרים המרכזים. נגיה רכב אוטונומי הנע מנוקודה א' לנקודה ב' ('איור 10.15). מערכות הנהיגה האוטומטיות המודרניות נתקלות בעיה של סיווג אובייקטים, המוכרים באמצעות לייזרים ומצלמות. לרכב לא מספיק לראות "מכשול או סימן - עליו להבין ללא שגיאות מה עומד מולו: הולך רגל, שלט או פח אשפה".

בעיה יסודית דומה עומדת בפני כל תעשיית הבניה. רכביי הפרויקט - כמו הלוונת, דלתות או עמודים - יכולים להיות מצולמים באתר הבניה או מזוהים בעניינים נקודות מסרייקות לייזר. עם זאת, CAD מתעדדים במסמכים, מיוצגים במודלים כדי לבנות מערכת ניהול פרויקטים אוטומטית באמת, לא מספיק רק זיהוי ויזואלי או גיאומטרי גס. יש צורך להבטיח סיווג מדויק ומיד של כל רכיב לפי סוג, שהייה ניתן לזיהוי חד משמעי בכל התהליכים הבאים - מהערכות עליות ומפרטים ועד לוגיסטיקה, ניהול מלאי והכי חשוב - תפעול ('איור 4.26).

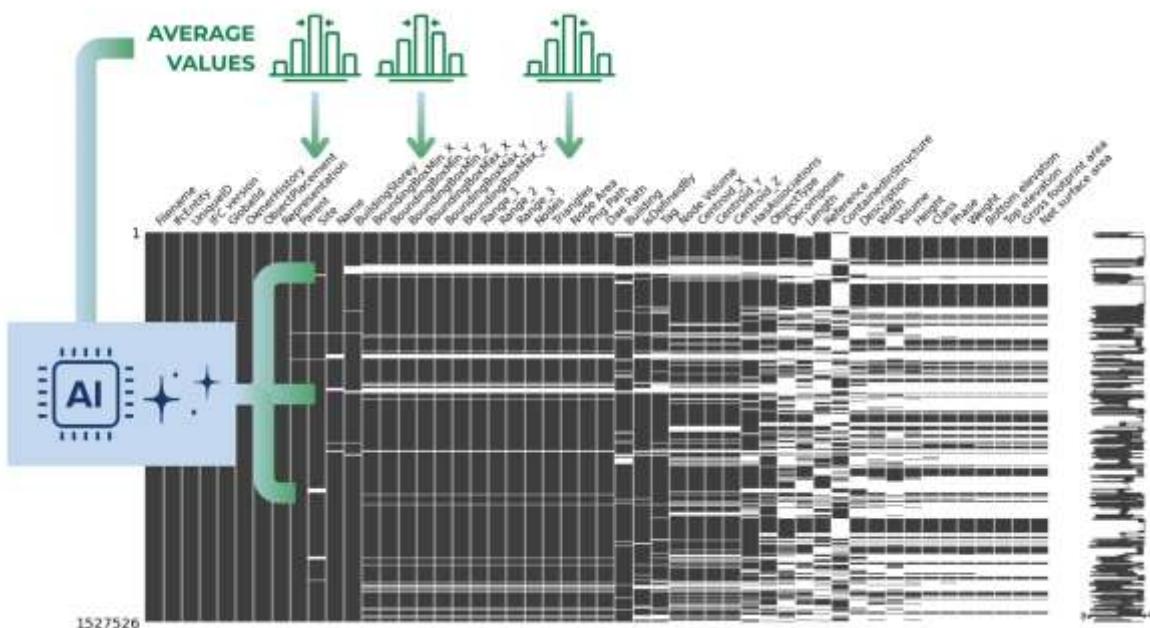
בשלב זה - המעבר מהכרה לסיווג ממשוני - מתעורר אחד המכשולים המרכזיים. גם אם מערכות דיגיטליות מסוגלוות לטכנית להבחין ולזהות אובייקטים במודלים ובאתרי בנייה, הקושי העיקריTEMNON בהגדירה נcona ועקבות של סוג האלמנט, "אלאנט בקטגוריות" דלת CAD עבור סביבות תוכנה שונות. לדוגמה, דלת עשויה להיות מסוימת על ידי המהנדס במודל היא עשויה לקבל סיווג שגוי - במקרה של טעות מההנדס או בשל ERP או PMIS. אך כאשר היא מועברת למערכות חוסר התאמה בין המערכות. יתרה מכך, האלמנט לעתים קרובות מאבד חלק מהמאפיינים החשובים או נעלם לחłówין מהעקב המערכת במהלך יצוא וייבוא נתונים. זה מוביל לקרען בזרימת הנתונים ומערער את עקרון הדיגיטציה המלאה של תהליכי הבניה. כך נוצר פער קריטי בין המשמעות "הנראית" ל"ברורה", מה שמערער את שלמות הנתונים ומקשה באופן משמעותי תהליכי אוטומציה של תהליכי אורך כל מחוזר חי הפרויקט הבניתי.

פתרון בעיית הסיווג האוניברסלי של אלמנטים בנייה באמצעות טכנולוגיות נתונים גדולים ולמידת מכונה ('איור 10.16) הפקק לקטליזטור של טרנספורמציה בכל התחום - ואולי גם גילוי מפתח עבור רובות חברות הבניה. מערכת סיווג מאוחדת ולומדת תהפקק לבסיס לנתחה בקנה מידה רחב, ניהול דיגיטלי ותמצעת בינה מלאכותית בפרקטייה היומיומית - של ארגוני הבניה.

ומובילים טכנולוגיים אחרים כבר היום מציעים פתרונות בתעשייה אחרות, המסוגלים לסוג ולארגן באופן NVIDIA. אוטומטי כМОוות עצומות של מידע טקסטואלי ויזואלי.

לדוגמה, מתחמה בסיווג אוטומטי והפצת נתונים לפי NeMo Curator [161] מודל קטגוריות שנקבעו מראש, ומשחק תפקיד מרכזי באופטימיזציה של צינורות עיבוד מידע למשימות של כוונון מתאמת על Cosmos עדין והכשרה מוקדמת של מוחלים גנרטיביים של בינה מלאכותית. הפלטFORMה, סרטונים אמיתיים וצונות תלת-ממדיות [162], יוצרת בסיס עבור מערכות אוטונומיות וdigitialים תואמים שהפכה עד 2025 לכל המוביל לעובדה NVIDIA Omniverse. NVIDIA Curator, נבנים באקויסיטם של בתהליכי העברת IFC תיאור אוניברסלי של סצנות, שיכול בעתיד להחליף את פורמט - USD עם פורמט NeMo סימולטור תהליכיים רובוטיים [163] - פתרונות כמו Isaac Sim מידיע פרויקט. בשילוב עם מיצגים רמה חדשה של אוטומציה: מניקוי וסינון נתונים ועד יצירה Curator, Cosmos-Omniverse-ו- מערבי נתונים להכשרה, סימולציה של תכוונת אובייקטים והכשרה רובוטים באתר הבניה. יתרה לכך, כל הכלים הללו מופצים בחינם ובגישה פתוחה, מה שמחזיא באופן משמעותי את המהסומים להטמעה בפרויקטים הנדרשים ובבנייה.

CAD. מעבדים כמהות גודלה של נתונים טבלאים המגייעים מהערכות, מפרטים או דגמים.

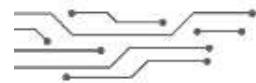


למידה מכונה תסייע למציאו אוטומטית ערכיהם ממציעים עברו פרמטרים חסרים) שדות לבנים (בຕבלאות על בסיס **10.16** אייר - פרוייקטים קודמים

על רקע ההתקדמות המהירה בתחום למידת המכונה, ברור כי בשנת 2025 יהיה נאייבי להניה שהבעיה של סיווג אוטומטי של אלמנטים בנייה תישאר לא פתרה זמן רב. נכון, האלגוריתמים המודרניים עדין לא הגיעו לבשלות מלאה, במיוחד בתנאים של נתונים חסרים או לא אחידים, אך חלון הזדמנויות להתקופה נסגר במהירות.

ימצאו, ETL חברות שכבר מושקיעות באיסוף, ניקוי וסידור הנתונים שלhn, כמו גם בלימוד כלים לאוטומציה של את עצמן במצב עדיף. האשא מסתכנים בכך שלא יצליחו להדביק את הפער – כמו חברות מסוימות לא הצליחו להתמודד עם האתגרים של טרנספורמציה דיגיטלית בתחום התעשייה והפיננסים.

אלו שימשיכו להסתמך על ניהול יدني של נתונים ושיטות מסורתיות להערכת עלויות ולוחות זמנים, מסתכנים בכך שיתפסו את עצמן במצב דומה למוניות של שנות ה-2000, שלא הצליחו להסתגל עד תחילת שנות ה-2020 לעידן האפליקציות הנידות ולהישובי מסלולים אוטומטיים.



פרק 10.2 מדריך מעשי ליישום גישה מונחתנת נוחנים

מעקרון למעשה: מפת דרכים להמרת דיגיטלית בענף הבניה

תעשיית הבניה נכנסת בהדרגה לשלב חדש של התפתחות, שבו תהליכי מוכרים מתווספים – ולעתים מוחלפים – על ידי פלטפורמות דיגיטליות ודגמים שוקפים של אינטראקציה. זה פותח בפניו חברות לא רק ארגונים, אלא גם הזרמוויות משמעותיות. הארגונים שכבר היום בונים אסטרטגייה דיגיטלית ארכוכת טווה, יוכלו לא רק לשמור על מעמדם בשוק, אלא גם להרחבו אותו, על ידי הצעת גישות מודרניות ופתרונות אמינים הנתמכים בטכנולוגיה.

עם זאת, חשוב להבין: ידע במושגים ובטכנולוגיות הוא רק נקודת התחלה. בפני מנהיגים ומומחים עומד השאלה המעשית: מאיפה להתחיל את היישום וכי怎ד הפוך רעיונות תיאורתיים לערך ממשי. לבסוף, עולה יותר וייתר השאלה: על מה תתבסס העסקה, אם השיטות המסורתיות לחישוב עלויות ולוחות זמנים עשויות להתבצע מחדש על ידי הלוקה בכל רגע.

התשובה, ככל הנראה, טמונה לא כל כך בטכנולוגיות, אלא בעיצוב תרבות מקצועית חדשה, שבה עבודה עם נתונים נפתחת כחלק בלתי נפרד מהפרקטיקה היומיומית. חוסר תשומת הלב לטכנולוגיות דיגיטליות ולהדשות הוא זה שהוביל לפער משמעותי בתעשיית הבניה, שנמשך בעשור האחרון.

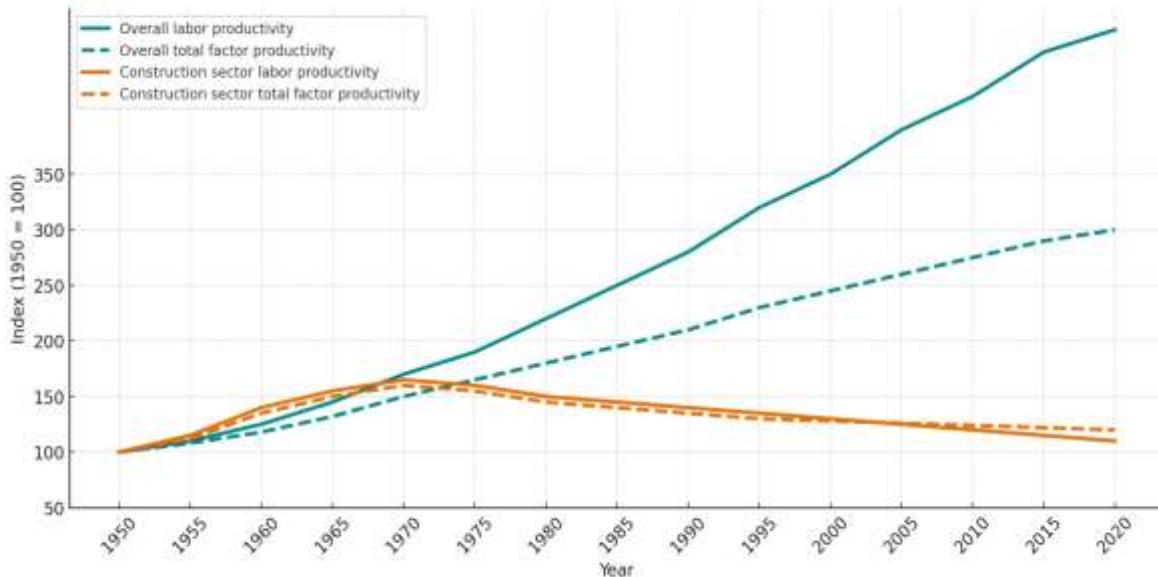
על פי נתוני מקינזי, ההוצאות על מחקר ופיתוח בתעשייה הבניה מחות פחות מ-1% מההכנסות, בעוד שבתעשייה הרכב והחלל שיעור זה מגיעה ל-3.5%-4.5%. באופן דומה, ההוצאות על טכנולוגיות מידע בבניה נשארות ברמה של פחות מ-1% מההכנסות הכוללות.

כחותה מכך, לא רק שהרמה של אוטומציה, אלא גם הפרודוקטיביות בעבודה בבניה יורדת, ובשנת 2020 העובד הבניי מייצר כבר פחות מאשר לפני עשור.

בעיות דומות בפרודוקטיביות בCTOR הבניה מאפיינות את רוב המדינות המפותחות והמתפתחות (הפרודוקטיביות בבניה ומצוינות לא רק על חוסר בטכנולוגיות, אלא גם על הצורך בשינויים), OECD-ירדה ב-16 מתוך 29 מדינות המערכות בгиיסות לניהול, הכשרה והטמעת חדשנות.

הצלחה של טרנספורמציה דיגיטלית תלויה לא רק בכמות ובזמיןויות הכלים, אלא ביכולת של הארגונים לבחון מחדש את התהליכים שלהם ולפתח תרבות פתוחה לשינויים. התפקיד המרכזי לא שייך לטכנולוגיות עצמן, אלא לאנשים ולהתהליכים המובנים שmbטיחים את השימוש הייעיל בהן, תומכים בלמידה מתמשכת ומקדים את הקבלה של רעיונות חדשים.

Productivity in the US economy and the construction sector, by type



-איור 10.21 פרודוקטיביות בעבודה ובפרודוקטיביות המשאבים הכלולות בכלכלת ארצות הברית (1950-2020)

בחלקים הראשונים של הספר, מודל הסביבה העסוקית הושווה למערכת אקולוגית של עיר. בעיר בריא, שrifoot תקופתיות, על כל כוון ההרנסני, משחקות תפקיד מרכזיז ביחס אורך טווח. הן מנוקות את האדמה מצמחייה ישנה, מהזירות את החומרים המזינים שנוצרו ויצרו מקום לחיים החדשים. כמו סוג צמחים אחר התפתחו כך שהזרעים שלהם נפתחים רק בהשפעת חום גבוה של שריפה – זה מגננון טבוי המבטיח את הזמן המושלם לנבייה.

באופן דומה בעסקים: משבטים יכולים לשחק תפקיד של "שריפה מבוקרת", המעודדת את הופעתם של גישות וחברות חדשות, שאין קשרות למערכות מיושות. תקופות כאלה מלוצאות לוותר על פרקטיקות לא יעילות, ומשחררות משאבי לחדרנות. כמו שהיעיר לאחר השריפה מתחילה עם צמחים חלוצים, כך גם העסק לאחר המשבר יוצר תהליכי חדשים. גמיישים, המהווים את הבסיס לסייעת מידע בשלה.

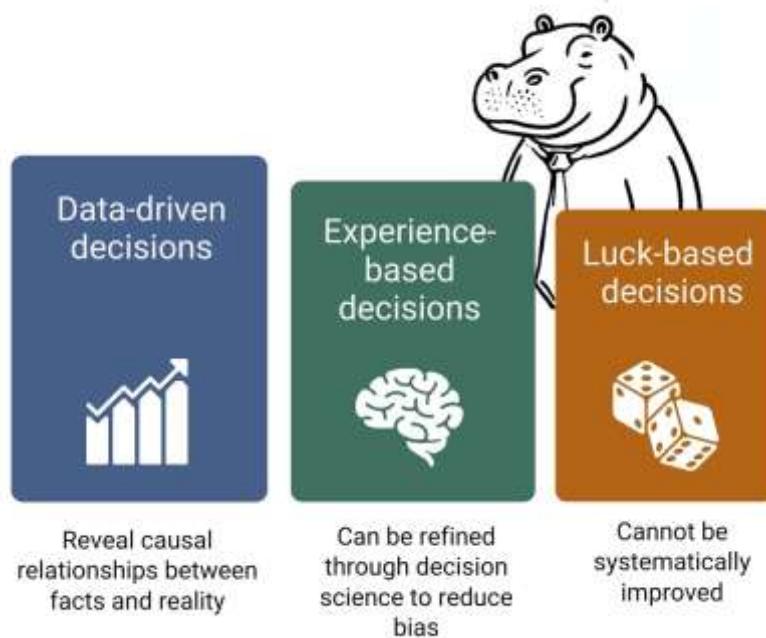
חברות שהצליחו לפרש נכון את "שריפת האות" הלו ולחמיר את האנרגיה ההרנסנית שלהן לשינויים בונים, יגיעו לרמה חדשה של יעילות – עם תהליכי השקופים וגמיישים יותר לעיבוד נתונים, המגבירים את יכולת הטעינה של הארגון להתחדש ולצמוח.

ה להשפעה הגוברת של אינטלקטואלית מלאכותית ולמידה מכונה על הסביבה העסוקית כבר אינה מוטלת מסתכנות באובדן AI-בסיס. זו לא רק מגמה זמנית, אלא צורך אסטרטגי. חברות שמתעדלות מה תחרויות בשוק, שמעודד יותר ויוצר חדשנות וגמיישות

לא רק כדי, אלא הוזמינות לחשב מחדש על כל היבט בפעולותם - מהאופטימיזציה של AI-העמיד שיקף לאלה שרואים בתהליכי ועד קבלת החלטות ניהוליות.

מניחים את היסוד הדיגיטלי: 5-1 צעדים לבגרות דיגיטלית

בפרק זה נבחנו את מפת הדרכ שטרנספורמציה דיגיטלי ונגדיר את הצעדים המרכזים הנדרשים לישום גישה מונחית בתחום, שיכולה לסייע בשינויו הדרגוני והן את המערכת האקולוגית המיידע של החברה.



עדכון מוקר ובחירה אסטרטגיה: מקרה, ניסיון או נתוניים 10.22 איור.

לפי מחקר של מקינזוי "למה אסטרטגיות דיגיטליות נכשלות" 2018, (יש לפחות חמישה סיבות [164] לכך שהחברות
אין מושגות את מטרות הטרנספורמציה הדיגיטלית.

הגדירות מעורפלות: מנהיגים ומנהלים מבינים באופן שונה מהן "טכנולוגיות דיגיטליות", מה שモוביל לאי הבנות וחוסר תיאום בפעולות.

(10.16) הבנה שגואה של כלכלת הטכנולוגיות הדיגיטליות: רבות מהחברות מעריכות נמוד את היקף השינויים אירור) שהדיגיטליזציה מביאה למודלים עסקיים ודינמיות של תעשיות.

העלמות מהמערכות האקולוגיות: חברות מתחזקות בפתרונות טכנולוגיים-Boldim (סילואטים של נתונים) 4.112. אירור 2.22 ומשמעותו את הצורך בשילוב במערכות אקוולוגיות דיגיטליות רחבות יותר

הערכות יתר של הדיגיטליזציה מצד המתחרים: מנהיגים אינטלקטואליים בחשבונו כי המתחרים גם מיישמים טכנולוגיות דיגיטליות, מה שעלול להוביל לאובדן תחרותי.

ההמצאת הדואליות של הדיגיטליזציה: מנכ"לים מעבירים את האחריות על הטרנספורמציה הדיגיטלית למנהיגים אחרים, מה שמבצעו בירוקרטיזציה של הבקרה ומאט את תהליכי השינויים.

כדי לפתח בעיות אלו, יש צורך בהבנה ברורה ותיאום של האסטרטגיות הדיגיטליות בכל הרמות של הארגון. לפני

חדשנות, מבלי שיש להם תמונה מלאה של המצב הנוכחי.

שלב 1. ערכו אודיט של המערכות והנתונים הנוכחיים

לפניהם שמבצעים שינויים בתהליכיים, חשוב להבין מה כבר קיים. ערכת אודיט מאפשרת לחושף את החולשות בניהול הנתונים ולהבין אילו משאבים ניתן לנצל. אודיט זה הוא מעין "רנטגן" של תהליכי העבודה. הוא מאפשר לכם לחושף אזורי סיכון ולקבוע אילו נתונים הם קריטיים לפרוייקט או עסק שלכם, ואילו הם משנהים.

פעולות עיקריות:

רשמו את המערכות (T-Draw.io, Lucidchart, Miro, Visio או Canva). רישום מפה של הסביבה המשותפת בתהליכיים שלכם ואשר דנו בהם בפרק (ERP, CAD, CAFM, CPM, SCM) בשימוש (1.24) - אירור טכנולוגיות ומערכות ניהול בבנייה המודרנית.

העריכו בעיות באיכות הנתונים עבור כל מערכת לפי תידירות קיומם של כפילויות, ערכיהם הסדריים וαι-התאמות בפורמטים בכלל אחת מהמערכות.

חשפו "נקודות כאב" - מקומות שבהם התהליכיים עשויים להיקרע או לעיתים קרובות דורשים התערבות ידנית (יבוא, יצוא ותהליכי בדיקה נוספת).

אם אתם רוצים שהוצאות יאמין בהן, יש לעקוב אחרי נוכחות הנתונים מההתחלה.

ביקורת נתונים אינטואטיבית תראה אילו נתונים

זוקקים לשיפור (דרישה חדשה של תהליכי ניקוי אוטומטיים או טרנספורמציה נוספת)

מהווים "זבל", שמסביר את המערכות ונitin להיפטר ממנו, מבלי להשתמש בו יותר בתהליכיים

ניתן לבצע בикаורת כזו באופן עצמאי. אך לעיתים מועיל להביא יועץ חיצוני - במיוחד מתחומים אחרים בכלכלה: מבט חדש ועצמאות מה"מאפיינים" של הבניה יעזור להעריך בצורה רציונלית את המצב הנוכחי ולהימנע ממילכודות טיפוסיות של הטייה דעת לגבי החלטות וטכנולוגיות מסוימות.

שלב 2. קבעו סטנדרטים מרכזיים לאחדות הנתונים

לאחר ביצוע הביקורת יש ליצור כלליים מסווגים לעבודה עם נתונים. כפי שדנו בפרק סטנדרטים: מקבצים אקראיים למודול נתונים מתוכנן, זה יעוזר להעלים את הפיזור של זרמי המידע.

לא סטנדרט אחיד, כל צוות ימשיך לעבוד "בדרכו", ואתם תשמרו על "גן חיות" של אינטגרציות, שבו נ נתונים הולכים לאיבוד בכל טרנספורמציה

פעולות עיקריות:

בחרו סטנדרטים נתונים להחלפת מידע בין מערכות

או פורמטים ייעילים CSV, XLSX, Excel נתונים טבלאים, אלו יכולים להיות פורמטים מובנים כמו

Parquet יותר כמו

XML או JSON: להחלפת נתונים חלשים ומסמכים

למדו לעבוד עם מודלים של נתונים

התחילה עם פרמטריזציה של משימות ברמת המודל הקונספטוואלי של הנתונים - כפי שמתואר בפרק 4.32) "מודל נתונים: מודל קונספטוואלי, לוגי ופיזי"

ככל שתעמיקו בלוגיקה של תהליכי העסקים, עברו לה של דרישות באמצעות פרמטרים במודלים - (4.36) הלוגיים והפיזיים

קבעו ישות מרכזיות, את המאפיינים שלהן והקשרים במסגרת התהליכים, וכן וייזואлизציה של (4.37) הקשרים הללו - הן בין ישות והן בין פרמטרים

כפי שדנו בפרק (4.47) לאיומות וסטנדרטיזציה של נתונים (RegEx) השתמשו בביטויים רגולריים נושא לא מסובך, אך קריטי בעבודת יצירת דרישות - RegEx". RegEx דרישות מבוסנות ובביטויים רגולריים - בرمת המודלים הפיזיים של הנתונים

לא סטנדרטים ברמת הנתונים וייזואלייזציה של תהליכי סביבה דיגיטלית עקבית ונינתנה להרחבה. זכרו: נתונים גורועים עלולים ביוקר". ומהיר של טעות עליה ככל שהפרויקט או הארגון הופכים מורכבים יותר. איחדות בפורמטים, קביעה כללית שמות, מבנה ואימוט - אלו השקעות ביציבות וביכולת ההרחבה של הפטرونונות העתידים.

ואוטומטו תהליכי DataOps שלב 3. יישמו

לא ארכיטקטורה ברורה של החברה, בלתי נמנע להיתקל בנתונים מפוזרים, כלאים במערכות מידע מבודדות. הנתונים לא יתמשקו, יוכפלו במקומות שונים וידרשו הוצאות משמעותיות לתמיכה

דמיינו שדатаה היא מים, ואדריכלותデータה היא מערכת מרכיבת של צינורות, דרךם המים מועברים ממוקור האחסון למקום השימוש. אדריכלותデータה קובעת כיצד המידע נאוסף, נשמר, מומר, מנוהה ומועבר למשתמשים הסופיים או ליישומים.

(פעולותデータה היא מתודולוגיה המאחדת את האיסוף, הניקוי, הבדיקה והשימוש בDATA לזרם תהליכי DataOps. אוטומטי אחד, כפי שדיברנו עליו בפרק השמיני של הספר

פעולות עיקריות:

כדי לאוטומט את תהליכי ETL צרו והגידרו צינורות

Extract מודלים Excel, Gilionot PDF ארגנו איסוף אוטומטי של DATA מתוך מסמכים: CAD, ---. ומקורות אחרים בהתאם לעובדים אתם ERP מערכות

הגדרו תהליכי המרה אוטומטיים לDATA בפורמט מבנה אחד ואוטומטו חישובים Transform: ---. שיתבצעו מוחן ליישומים סגורים

--- נסו ליצור ייצור אוטומטי של דата לtbodyות סופיות, מסמכים או מחסנים מרכזים: Load

QTO-QTO (Quantity Take-Off) כפי שדיברנו בפרק, אוטומטו את תהליכי החישוב ו קבוצת נתוני פרויקט לפי תוכנות Take-Off.

תוספים או כלים של הנדסה, API באמצעות CAD, הגדרו חילוץ אוטומטי של כינויו מודולי

-הפוכה

צרו כלים לקיבוץ פריטים עבור קטגוריות שונות לפי תוכנות בצורה של tbodyאות.

נסו לאוטומט חישובים חוזרים ונשנים של כינויו ועלוות מחוץ למערכות סגורות מודולריות.

כלי: "Python Pandas" לעיבוד דата, כפי שראינו בפרק Python-Pandas-וב-Pandas-התחלו להשתמש ב "חינוי לעבודה עם דата".

ואוטומציה של עיבוד נתונים טבלאים XLSX ל עבודה עם קבצי DataFrame-השתמשו ב

Python. אוטומטו את האגרגציה והמרה של מידע דרך ספריות שונות של

כדי לפשט את כתיבת קטעי קוד מוכנים וצינורות שלמים LLM-השתמשו ב

שמאחר שגיוט או רואה אנומליות ושולח הودעה לאחראי (למשל Python-נסו לבנות צינור ב

-(מנהל פרויקט

אפשרה לעבור מעובדה ידנית ומופצת עם דата לתוכים יכבים וחוזרים DataOps אוטומציה על בסיס עקרונות, זה לא רק מפחית את העומס על עובדים העוסקים באותו המרות יומ-יום, אלא גם מעלה באופן דרמטי את האמינות הסקלאליות והשיקיפות של כל מערכת המידע.

שלב 4. צרו מערכת אקוֹלּוּגִית לניהול דата פتوחה

למרות ההתקפות של מערכות מודולריות סגורות וrintergration שלן עם כלים חדשים, חברות מתמודדות עם בעיה רצינית – עליית המורכבות של מערכות אלו מקדימה את התועלת שלן. הרעיון הראשוני של יצירת פלטפורמה פרופירטיבית אחת המכסה את כל תהליכי העסק, הביא למרכיזות יתר, שבה כל שינוי דורש משאבים וזמן משמעותיים להתחמה.

כפי שדנו בפרק "מצילום תאגידי: כיצד נתונים מהברים תהליכי עסקים", עבודה יعلاה עם נתונים דורשת יצירת מערכת אקוֹלּוּגִית פتوחה ואחדה, המאחדת את כל מקורות המידע

:mericibi מפתח של המערכת האקוֹלּוּגִית

:בחרו מאגר נתונים מתאים

אייר MySQL או MySQL PostgreSQL, עבר tbodyות וחישובים השתמשו בסיס נתונים - לדוגמה 3.17)

או במערכות (Google Drive, OneDrive) עבר מסמכים ודווחות ניתן להשתמש באחסון בענן JSON התומכות בפורמט

וכליים אחרים לאחסן מרכזי Data Warehouse, Data Lakes הכירו את האפשרויות של

- (8.18 איר) וניתוח כМОויות גדולות של מידע

■ יישמו פתרונות לגישה לנתחים קנייניים

- כדי לקבל נתונים SDK או API אם אתם משתמשים במערכות קנייניות, הגדרו גישה אליהן דרך 4.12 (איר) לעיבוד חיצוני
 - (4.13 CAD היכרו את הפוטנציאל של כלים להנדסה הופча עבור פורמטים א-7.23 (איר) לפורמטים פתוחים ומוסדרים ושומרים במאגרים
 - אשר אוספים באופן תקופתי נתונים מהיישומים או השרותים, ממירם אותם ETL-Pipeline הגדרו
 - דונו בתחום הוצאות בנושאים הקשורים להבטחת גישה לנתחים מבלי הצורך להשתמש בתוכנה קניינית
 - זכרו: נתונים חשובים יותר מממשקים. הערך לטוויה הארוך טמון במבנה ובזמינות המידע, ולא בכלים ספציפיים של משק משתמש
- "במידול נתונים (CoE) בתחום הנתונים, כפי שדנו בפרק "מרכז מצוינות (CoE) שקלו להקם מרכז מצוינות" 4.39 (איר) או בדרכים אחרות להבטיח מומחיות בעבודה עם נתונים
- מערכת אקוולוגית לניהול נתונים יוצרת מרחב מידע אחד, שבו כל המשתתפים בפרויקט עובדים עם מידע מעודכן, מהימן ומוסכם. זהו הבסיס לתהליכי דיגיטליים ניתנים להרחבה, גמישים ואמינים.

מגלה את הפוטנציאל של נתונים: 5- צעדים לבגורות>Digital

מעבר לכך, אינטגרציה טכנית, גורם חשוב נוסף להצלחה ביישום פתרונות>Digitalים הוא קבלת המשמשים הסופיים. גיוס לקוחות או משתמשים לשאלות הערכת האפקטיביות - זו משימה לשיפור הווייה המשתמש וניהול השינויים בחברה אם הפתרון לא משלב בתהליך העבודה הרגיל או לא פותר בעיות אמיתיות של משתמשים או לקוחות, הוא לא יעשה בו שימוש, ולא יועילו שום צעדים או תמריצים נוספים.

טרנספורמציה היא תהליך איטרטיבי, המבוסס על ניתוח נתונים על אינטראקטיות משתמשים עם תהליכי חדשים, עם מהזורי בדיקה תכופים, משוב מתמשך ושיפורים.

שלב 5. פתחו תרבות עבודה עם נתונים, הכשרו את הוצאות ואספו משוב

אפילו המערכת המתקדמת ביותר לא תעבור ללא מעורבות העובדים. יש ליצור סביבה שבה הנתונים משמשים מדי יום והוצאות מבין את ערכם.

בשימוש פרויקטים ממשלתיים "לשנת AI-בדוח" שפורסם על ידי ממשלה בריטניה "אנגליטיקת נתונים ומצוין [83], כי ה�建 אנשי מקצוע בעלי הכישורים הנדרשים לעיבוד ופרשנות נתונים היא קריטית 2024 AI-להצלחה ביישום אנגליטיקת נתונים ו-

חוסר ייעז בתחום הנתונים הוא אחת הבעיות המרכזיות המגבילות את הדיגיטיזציה. מנהיגים וറילים לחייב עובזה מקובלים: מהזורי רביעון, יוזמות עדיפות ודריכים מסורתיות לקידום פרויקטים. לשינויים נדרש מהיגר מיוחד - בדרגה גבוהה מספיק כדי להשפיע, אך לא גובהה מדי כדי שהיא לו זמן וモטביצה להוביל פרויקט טרנספורמציה ארוך טווח.

■**פעולות עיקריות:**

(HiPPO), ההכרה בצורך לעבור מהחלטות סובייקטיביות, המבוססות על דעתו של עובד בעל שכר גבוה או הסכמה של דעות HiPPO" לתרבות קבלת החלטות המסתמכת על עובדות ונתונים, כפי שנדון בפרק -".**בקבלת החלטות**

■**ארגוני הכרה מערכתיות:**

ערכו סדנאות לשימוש בתנוניים מובנים, והזמין מומחים מתחומים אחרים בכלכלה, שאין להם הטiyaת כלפי מוצרים ומושגים פופולריים ביום בתעשייה הבניה.

דנו בגישות ובכלים לנитוח תנוניים עם עמיתים, וכן למדו באופן עצמאי לעבוד עם כלים כמו Python, pandas.-

צרו ספרייה חומרית לימוד (עדייף עם סרטונים קצרים (בנושא מבנה תנוניים ויצירת מודלים של -- תנוניים

■**השתמשו בטכנולוגיות למידה מודרניות:**

לתמיכה בעבודה עם קוד ונתוניים, כולל יצירה, ריפקטוריינג (LLM) השתמשו במודלים לשוניים וניתוח קוד, כמו גם עיבוד ופרשנות של מידע טבלי.

מלא בעבודה Pipeline יכול להיות מותאם וモטמע בפתרון LLM למדו כיצד קוד שנוצר באמצעות IDE) בסביבת פיתוח לא מקוונת .-

כאשר מנהיג ממשיך לקבל החלטות "בדרך הישנה", אף סדנה לא תשכנע אנשים להתייחס לניתוח התנוניים ברצינות

יצירת תרבות עבודה עם תנוניים אינה אפשרית ללא משוב מתמשך. המשוב מאפשר לחשוף חסכנות בתהליכיים, בכלים פורמליים. הערות היוכחות של משתמשים בפתרונות API ובסטרטגיות, שאյי אפשר לגלוות דרך דוחות פנימיים או מדדי שלכם לא יביאו ערך מעשי. הערך טמון דווקא במסוב ביקורת, במיוחד אם הוא מבוסס על תוצאות ועובדות ספציפיות עם זאת, קבלת מידע כזה דורשת מאמצים: יש לבנות תהליכיים שבהם משתמשים - הן פנימיים והן חיצוניים - יכולים לשותף הערות (אולי יש מקום לעשות זאת בעילום שם (ללא עיוותים ולא חשש שהדעה שלהם עשויה להשפיע על העבודה האישית. חשוב שהם יעשו זאת ללא עיוותים ולא פחד מהשלכות שליליות על עצמו

כל למידה היא בסופה של דבר למידה עצמית

AMILTON FRIDMAN, כלכלן וסטטיסטיקאי אמריקאי –

דבר שנייתן להציג רק באמצעות (ROI, KPI) יישום כלי ניתוח צריך להתלוות לאיומות קבוע של היעילות שלהם בפועל משוב מובנה מעובדים, ל Kohoות ושותפים. זה אפשר לחברות לא רק להימנע מהזורה על טעויות, אלא גם להסתגל ב מהירות לשינויים בסביבה. קיומו של מגנון לאיסוף וניתוח משוב הוא אחד הסימנים לבגרות של הארגון, שעובר מיזמים דיגיטליים אקרים למודול ציב של שיפור מתמשך (IOR 2.25.).

שלב 6. מפרויקטם פילות להרחבת

בחרו קרב מספיק גדול כדי שייהי לו ערך, ומספיק קטן כדי לנצח. – ג'ונתן קוול

השחת טרנספורמציה דיגיטליית "מיד ובכל מקום" היא מסוכנת מאוד. גישה ייעילה יותר היא להתחילה מפרויקטם פילות ולהרחיב בהדרגה את הפרקטיות המוצלחות.

פעולות עיקריות:

בחרו פרויקט מתאים לפילות

-(איור (KPI, ROI) 7.15) הגדרו משימת עסקים ספציפית או תהליך עם תוכאות מדידות

(QTO) כגון בדיקה אוטומטית של נתונים או חישוב כמויות עבודה, ETL בחרו תהליך אוטומציה של -(איור Python 5.210-)

קבעו מדדים ברורים להצלחה (למשל - למצוין את הזמן הנדרש להכנת מפרטי בדיקות או דוחות על (בדיקות נתונים משבוע ליום אחד

השתמשו בגישות איטרטטיביות

התחילה עם תהליכי פשוטים של המרת נתונים ויצירת המרה של נתונים בפורמטים שונים --לפורמטים הנדרשים לתהליכי שלכם (איור 4.12, 4.15, איור 4.15)

בהדרגה הגדרלו את מרכיבות המשימות והרחיבו את האוטומציה של התהליכים, תוך יצירה Über בסיס בלוקים של קוד מתועד (איור 4.17, 7.218) (IDE) מלא בסביבה פיתוח Pipeline

תעדו והקלטו (עדיף באמצעות סרטונים קצרים (פתרונות מוצלחים ושתף אותם עם קולגות או בקהילות מקצועיות

פתחו תבניות ודוקומנטציה נלוית להעתיק פתרונות דומים, כך שעמיתיכם או משתתפי הקהילה המקצועית כולן משתמשים ברשות החברתיות (יכולו להשתמש בהם ביעילות

גישה הדרגתית מאפשרת לשמר על איזות גבואה של שינויים ולא ליפול לכואם של יישומים מקבילים. אסטרטגיית מקטן לגודל "ממוזערת סיכון" ומאפשרת ללמידה מטעויות קטנות, מבלי לאפשר להן להפתח לביעיות קריטיות" (CoE - למשל, מרכזי מומחיות) המעביר מגישה פרויקטלית, שבה העובדים מעורבים רק חלקית, להקמת צוותים קבועים אפשר להבטיח פיתוח מתמשך של המוצר גם לאחר השקתה הראשונה שלו. צוותים אלה לא רק תומכים בפתרונות הקיימים, אלא גם ממשיכים לשפר אותם

זה מפחית את התלות באישורים ממושכים: חברי הצוות מקבלים את הזכות לקבל החלטות במסגרת תחום האחוריות

שליהם. כתוצאה לכך, מנהלים משחררים מה צורך בניהול מיקרו, והצווותים יכולים להתמקד ביצירת ערך אמיתי.

פיתוח פתרונות חדשים הוא לא ספרינט, אלא מרathon. מצלחים בו אלה שמתמקדים מראש בעובדה ארוכת טווח ועקבית.

חשוב להבין שהטכנולוגיות דורשות פיתוח מתמשך. השקעה בפיתוח טכנולוגי ארוך טווח היא הבסיס לעובדה מוצלת.

שלב 7. השתמשו בפורמטים פתוחים של נתונים ופתרונות

חשוב להתמקד בפורמטים (וגוד ERP, PMIS, CAFM, CDE) כפי שדנו בפרקם המוקדשים לפלטפורמות מודולריות פתוחים ואוניברסליים של נתונים, אשר יבטיחו עצמאוות מפתרונות ספקים ויגבירו את זמינות המידע לכל המשתתפים בתחום.

פעולות עיקריות:

המעבר מפורמטים סגורים לפורמטים פתוחים

השתמשו בפורמטים פתוחים במקומות פורמטים קנייניים, או מצאו אפשרות להגדיר ייצור אוטומטי או המרה של פורמטים סגורים לפורמטים פתוחים.

שהם סטנדרטים להחלפת נתונים בין Parquet, CSV, JSON, XLSX, CSV הטמיינו כלים לעובדה עם רוב המערכות המודרניות

אם העבודה עם גיאומטריה תלת-ממדית משקפת תפקיד חשוב בתהליכיים שלכם, שלו להשתמש USD או OBJ או gITF, DAE בפורמטים פתוחים כמו.

השימוש בסיסי נתונים וקטוריים לניתוח והיפוש מידע ייעיל

ושיתות אחרות כדי לפשט את העבודה עם גיאומטריה תלת-ממדית Bounding Box-השתמשו ב

חשבו היכן ניתן להטמיון וקטורייזציה של נתונים - המרת טקסטים, אובייקטים או מסמכים לייצוגים מספריים.

השימוש בכלים לניתוח נתונים גדולים

בפורמטים המתאימים (PDF, XLSX, CAD כגון) ארגנו את אחסון הנתונים ההיסטוריים שנצברו - (Apache Parquet, CSV, ORC). לניתוח

התחלו לישם שיטות סטטיסטיות בסיסיות ולעבור עם דגימות מייצגות - או לפחות, הכירו את העקרונות הבסיסיים של הסטטיסטיקה.

הטמיינו ולמדו כלים להערכת נתונים וקשרים בין נתונים כדי להציג בצורה ברורה את תוצאות הניתוח. ללא המלצה אינטואיטיבית, אין אפשר להבין באופן מלא את הנתונים עצם ואת התהליכיים המבוססים עליהם.

המעבר לפורמטים פתוחים של נתונים והטמעת כלים לניתוח, אחסון והערכת נתונים של מידע מנחים את הבסיס לניהול דיגיטלי עצמאי ועמיד. זה לא רק מפחית את התלות בספקים, אלא גם מבטיח גישה שווה לנתונים לכל המשתתפים בתהליך.

שלב 8. התחליו להטמע למידת מכונה לחיזי

בחברות רבות נאספו כמויות גדולות של נתונים - מעין "גייזרים מידעיים", אשר עד כה נותרו לא מנוצלים. נתונים אלו נאספו במסגרת מאות ואלפי פרויקטים, אך לעיתים קרובות נעשה בהם שימוש חד פגמי בלבד או שהם לא היו מעורבים בתהליכיים נוספים. מסמכים ווגמים, המאוחסנים בפורמטים ובמערכות סגורות, לעיתים קרובות נתפסים כמשא כבד משישן וחסר תועלת. עם זאת, למעשה הם משאב יקר ערך - בסיס לניתוח טעויות שנעושו, אוטומציה של פעולות שגרתיות ופיתוח פתרונות חדשניים למים אוטומטי ויזומי רכיבים בפרויקטים עתידיים.

המשך המשימה המרכזית היא ללמידה כיצד להלץ את הנתונים הללו ולהמירם לתועלת מעשית. כפי שכברណון בפרק "למידת מכונה וחיזויים", שיטות למידת מכונה יכולות לשפר באופן משמעותי את דיקוק ההערכות והחיזויים בתהליכיים שונים הקשורים לבנייה. השימוש המלא בתנאים שנצברו פותח את הדרך לשיפור היעילות, הפקחת הסיכונים ובניהת תהליכיים דיגיטליים עמידים.

פעולות עיקריות:

התחילה עם אלגוריתמים פשוטים

לחיזוי מדדים חוזרים בסטי נתונים שבהם - **MLL**-נסו לישם וגרסיה ליניארית - תוך שימוש בהנחהות מהתלות במספר רב של גורמים אינה קיימת או מינימלית.

-**k**) שכנים הקרויבים-**k** לישם את אלגוריתם **theoretically** שколо באילו שלבים בתהליכיים שלכם נתונים ניתן לדוגמה, למשימות סיוג, הערכת דמיון בין אובייקטים או חיזוי בהתבסס על אנלוגים היסטוריים - **NN**.

אספו ומסדו נתונים לצורך הכשרת מודלים

אספו נתונים היסטוריים על פרויקטים במקום אחד ובפורמט אחד.

-.אוטומטיים **ETL** עבדו על איות ויצוגיות של דגימות ההכשרה, באמצעות

-.למדו לחלק את הנתונים לסטים של אימון ובדיקה, כפי שעשינו בדוגמה עם סט נתונים של הטיטניק

■ שколо אפשרויות להרחבת השימוש בשיטות למידת מכונה לפתרון מגוון רחב של בעיות - מהיזוי זמני ביצוע פרויקטים ועד אופטימיזציה של לוגיסטיקה, ניהול משאבים ויזומי מוקדם של בעיות פוטנציאליות

למידת מכונה היא כלי המאפשר להפוך נתונים ארציוניים לנכס יקר ערך לחיזוי, אופטימיזציה וקבלת החלטות מבוססות התחליו עם סטים קטנים של נתונים ומודלים פשוטים, והגדילו בהדרגה את המורכבות.

טכנולוגיות מודרניות לאיסוף נתונים **T0** שלב 9. אינטגרציה של

כבר חלק מתקה גדול של - **Teams**-עולם הבנייה הופך במהירות לדיגיטלי: כל תמונה מהאתר, כל הودעה ב*ואיסוף נתונים* **T0** שינה את הלוגיסטיקה, כך **טכנולוגיות GPS-GPS-פרמטריזציה וטוקניזציה** של הממציאות. כפי ש인터넷 של הדברים וחוזים חכמים", אתר בנייה דיגיטלי **T0** אוטומטי משנות את תעשיית הבנייה. כפי שណון בפרק "עם חישנים ומעקב אוטומטי - הוא העתיד של התעשייה

פעולות עיקריות:

:פירוט תהליכי הקשורים אליהם RFID תווית, IoT הטענו מכורי

- הערכו באילו אזורים או שלבים בפרויקט התקנת היישנים יכולה להניב את התשואה הגבוהה ביותר לדוגמה, למקבץ אחר טמפרטורה, רעידות, לחות או חנוות ציוד - (ROI)
- למקבץ אחר חומרים, כלים וציוויל בכל שלב בשירות הלוגיסטית RFID-shallו את השימוש ב
- לצורך עיבוד Apache NiFi השבו כיצד ניתן לשלב את הנתונים שנאספו במערכת מידע אחת, כמו 7.45)-

:צרו מערכת מעקב בזמן אמת

- פתחו לוחות מחוונים למעקב אחר מדדים מרכזיים של תהליך או פרויקט באמצעות כלי ויזואלייזציה כמו Streamlit, Flask או Power BI)
- (7.42) הגדרו התראות אוטומטיות שיתריעו על סטיות קרייטיות מהתוכנית או מהגדרות
- הערכו את הפוטנציאל של תחזקה חייזית של ציוד בהתחבס על הנתונים שנאספו ודפוסים שנחשפו 9.36)-

:שלבו נתונים מקורות שונים

- התחלו בויזואלייזציה של מודל הנתונים ברמה הפיזית - שיקפו את מבנה זרמי המידע והפרמטרים - (4.31) ERP ופלטפורמות IoT מכורי CAD המרכזים המגיעים מערכות
- התחלו ביצירת תיאור גולמי של פלטFORMה אחת, המיועדת לנתח נתונים ולתמיכה בקבלת החלטות ניהול. תעדו את הפונקציות המרכזיות, מקורות הנתונים, המשתמשים, כמו גם חרישיש השימוש - (4.37) המועדים

ככל שתחברו תהליכי אמיתיים לעולם הדיגיטלי מוקדם יותר, כך תוכלו לנהל אותם באמצעות נתונים - ביעילות, שיקיפות ובזמן אמת.

שלב 10. התכוונו לעתיד של שינוי בתעשייה

חברות בנייה נמצאות כל הזמן תחת לחצים מהסביבה החיצונית: משברים כלכליים, קפיצות טכנולוגיות, שינויים רגולטוריים. בדומה לעיר, שנאלץ לעמוד בגשם, שלג, בצורת ומשמש קופחת, חברות חיות בתנאים של התאמה מתמשכת וכי שעים רוכשים עמידות לקור ולבצורת בזכות מערך שורשים عمוקה, כך רק אותן ארגונים שיש להם בסיס יציב של תהליכי אוטומטיים, יכולות לחזות שינויים וgemäßישות בהתאם אסטרטגיות, שומרים על הינויותם ותחרותיהם.

כפי שנאמר בפרק "אסטרטגיות היישרדות": ייצור יתרונות תחרותיים, תעשיית הבניה נכנסת לשלב של טרנספורמציה רדיקלית. האינטראקציה בין הלקוח למבחן מתקדמת למודל של אובייקטיב, שבו שיקיפות, נביויים וכליים דיגיטליים דוחקים את הגישות המסורתיות. במציאות החדש הזה, המנזרים אינם האגדולים ביותר, אלא האמישים והטכנולוגיים ביותר.

:פעולות עיקריות:

:נתחו את הפגיעה של העסק בהקשר של נתונים פתוחים

- הערכו כיצד דמוקרטייזציה של גישה נתונים במסגרת האובייקטיב יכולה להשפיע באופן הרסני על

- (10.15 איר) יתרונות התחרות שלכם ועל העסוק שלכם

- שקלו אסטרטגיה למעבר מתהליכי לא ש קופים ו מבודדים למודלים עסקיים המבוססים על פתרונות -
(2.25 איר) פתוחים, תאים מערכתיים וקיופות נתוניים

פתחו אסטרטגיה דיגיטלית ארוכת טווח ■■■

- קבעו אם אתם שואפים להיות מובילי חדשנות או מעדיפים תרחיש "מגיב", שבו תחסכו את המשאבים שלכם

- ETL-ו LLM הטעמה (פרטו את השלבים: קצרים (אוטומציה של תהליכי, מבנה נתונים, (בינויים ארכיטקטוניים (מערכות אקוולוגיות דיגיטליות, מאגרי נתונים מרכזיים)

חו בו על הרחבת תיק השירותים ■■■

- נדון (שירותי עיבוד נתונים ESG, ממוקדים בייעילות אנרגטית) שקלו להציג שירותי חדשים במודלים עסקיים חדשים בפרק והבא

- שאפו למצב את עצמכם כשותף טכנולוגי אמין, המלווה את כל מחזור חי האובייקט – מעיצוב ועד הפעלה. האמון בכך ציריך להתבסס על גישה מערכתית, שקיופות תהליכי ויכולת לספק פתרונות טכנולוגיים ברזיים ■■■

בתנאי טרנספורמציה, המנצלים אינם אלו המגנים לשינויים, אלא אלו הפועלים לפניהם. גמישות, פתיחות ובריאות. דיגיטלית – הם הבסיס לעמידות בבנייה המהיר.

מפת דרכי לשינוי: מהיכאים להברה מונחת נתונים ■■■

התוכנית הבאה יכולה לשמש כנקודות ייחוס ראשונית – נקודת מוצא לעיצוב אסטרטגיית טרנספורמציה דיגיטלית: מבוססת נתונים ■■■

ביקורת וסטודנטים: נתחו את המצב הנוכחי, אחדו את הנתונים ■■■

מבנה וSieving נתונים: אוטומטו את המרת נתונים לא מבנים וחלשים ■■■

אוטומציה של קבוצות, חישובים וحسابונות: השתמשו בכלים וספריות פתוחות לאוטומציה ■■■

הקימו צוות פנימי שיבנה מערכת אקוולוגית נתונים איחוד בחברה: COE-מערכת אקוולוגית ו ■■■

להשלכות מבוססות נתונים HiPPO תרבות ולמידה: התרחקו מההשלכות ■■■

פיילוטים, משוב והרחה: פעלו באופן איטרטיבי: בדקו שיטות חדשות בהיקף מוגבל, אספו משוב מבוסס והרחבו בהדרגה את הפתרונות ■■■

פורמטים פתוחים: השתמשו בפורמטים אוניברסליים ופתחם לעצמאות מספקי תוכנה ■■■

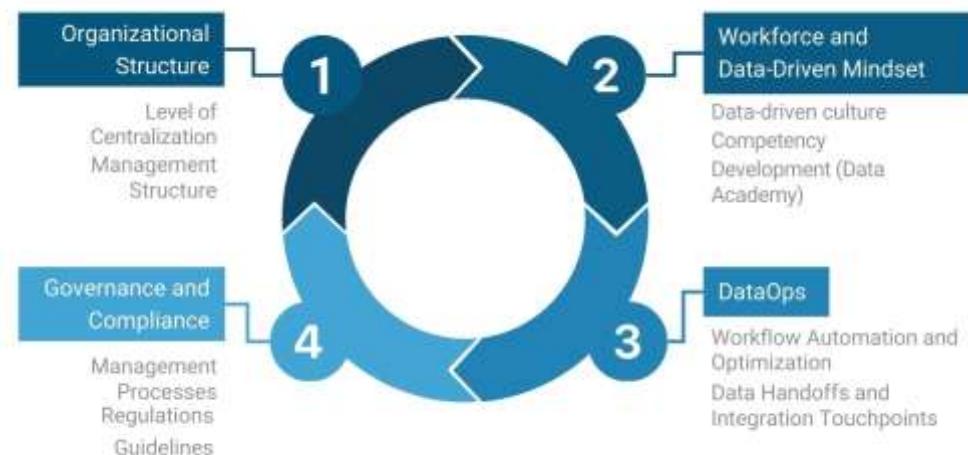
לחייזי ואופטימיזציה ML למידה מכונה: הטמיינו בתהליכי אלגוריתמים של ■■■

וآخر בניה דיגיטלי: אינטגרו טכנולוגיות מודרניות ליאוסף נתונים בתהליכי IoT ■■■

התאמה אסטרטגית: התוכנוו לשינויים עתידיים בתעשייה ■■■

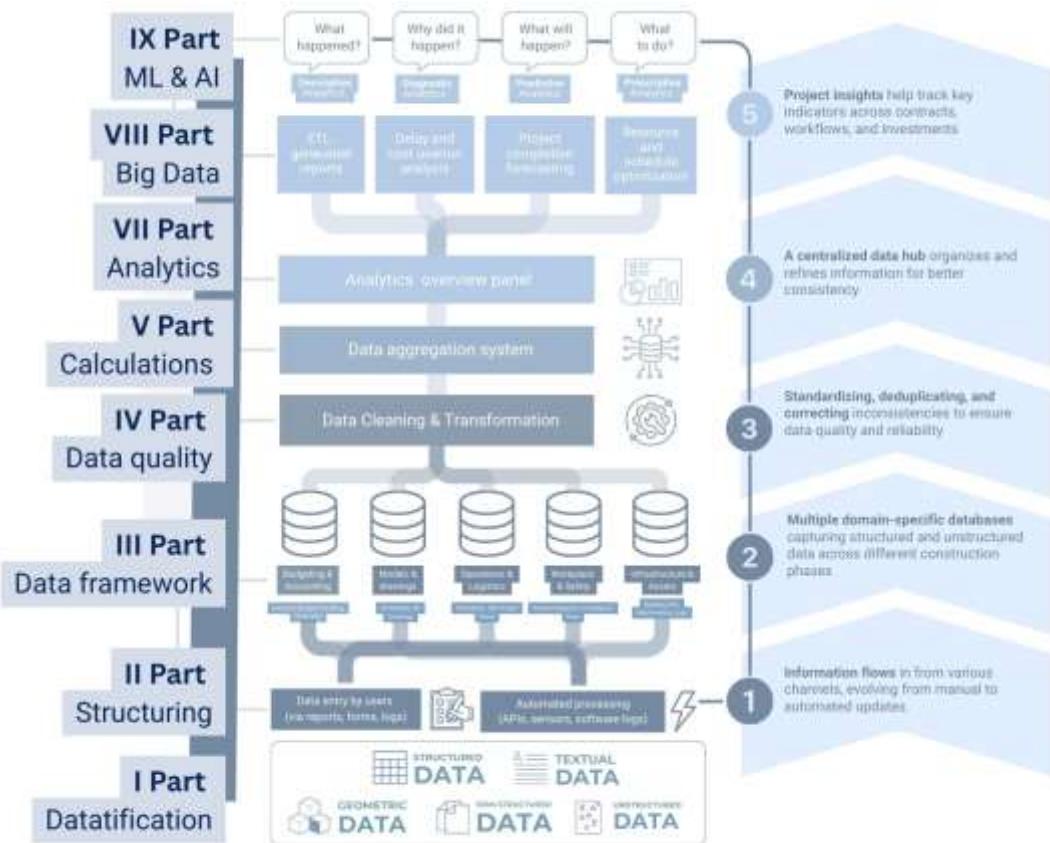
העיקר – זכרו ש”נתונים בפני עצמם אינם מושנים” חברה אנשימים המiomנים בעובודה עם נתונים הם אלו **שמשנים אותה**. השיקיעו בתרבות, תהליכיים השקופים ושיתפה לשיפורים מתמשכים

הגישה המרכזית מאפשרת עבור מיזמות דיגיטליות מפוזרות למודל ניהול מונחה נתונים שלם, שבו החלטות מתתקבלות לא על סמך אינטואיציה או השערות, אלא על סמך נתונים, עובדות והסתברויות מחושבות מתמטית. טרנספורמציה דיגיטלית של תעשיית הבניה אינה רק יישום טכנולוגיות, אלא יצירה מערכת אקולוגית עסקית שבה המידע על הפרויקט מועבר בצורה חלקה ואיתרבית בין מערכות שונות. אלגוריתמים של למידה מכונה מספקים ניתוח אוטומטי, מתחשך, חיורי ואופטימיזציה של תהליכיים. בסביבה זו, ספקולציות ונתונים מושתרים מבאים את הרלוונטיות שלהם - נשאים רק מודלים מוכחים, חישובים השקופים ופתרונות צפויים.



מרכבי מפתח לניהול נתונים מוצלח ברמת החברה 10.23. ריש.

אם תרצו להזור לאחת (2.25) כל חלק בספר תואם לשלב ספציפי בעיבוד ובניתו נתונים בפרויקט בנייה מהנושאים שננדונו קודם לכן ולהסתכל עליה מנקודת מבט כוללת של זרימת השימוש בתכנים – תוכלו להתמקד בכותורת 10.24.- החלקים המצוינים בראש.



- מהדיגיטציה של מידע ועד לניטוח ובינה מלאכותית (ריש 2.25): חלקי הספר בהקשר של צינור עיבוד הנתונים 10.24.

ללא קשר לגודל הארגון שלכם, רמת הבשלות הטכנולוגית או התקציב, אתם יכולים להתחיל לנעו לעבר גישה מונחת נתונים כבר היום. אפילו צעדים קטנים בכיוון הנכון יובילו לתוצאות עם הזמן.

טרנספורמציה מונחת נתונים אינה פרויקט חד פעמי, אלא תהליך מתמשך ואיתרטייבי של שיפור, הכולל יישום כלים חדשים, סקירת תהליכיים ופיתוח תרבות קבלת החלטות על סמך נתונים.

בנייה בתעשייה 5.0: כיצד להרוויח כאשר כבר אין אפשרות להסתיר יותר

במשך זמן רב, חברות הבנייה הרווחו מהיעדר שיקופות בתהליכיים. המודל העיקרי העיקרי הפך להיות ספקולציה - הعلاאת סגורות, שאין נגשנות לביקורת היצנונית. גישה מוגבלת ERP, PMIS מחيري חומרים, כמוות עבודה ורווחים במערכות של לקוחות ואנשיהם המהימנים לנתחי הפרויקט המקוריים יצרה קרקע פוריה לתוכניות שבונן בדיקת אמינות החישובים היפה כמעט לבלי אפשרית.

הגעת נתונים LLM עם זאת, מודל זה מאבד ב מהירות את הרלוונטיות שלו. עם דמוקרטיזציה של גישה לנתחים, הופעת התעשייה עוברת לסטנדרט עבודה חדש ETL פתוחים, כמו גם כלים לאוטומציה.

כחותה מכך, היעדר שיקופות מפסיק להיות יתרון תחרותי - בקרוב הוא יהפוך לנטול שייהה קשה להיפרד ממנו. שיקופות הופכת מאופציה לדרישת הכרחית כדי להישאר בשוק

עם מי יעסקו הלקוחות - בנקים, משקיעים, לקוחות פרטיים, הון פרטי, לקוחות ממשלתיים - במצוות הדיגיטלית החדש? התשובה ברורה: עם מי יוכל לספק לא רק תוצאה, אלא גם הסבר לכל צעדי דרך אליה. בתנאים של עלייה בונפה הנתונים הפתוחים, שותפים ולקוחות יבחרו לחברות שמעניקות, דיווק ותוצאות צפויות על הרקע הזה מתחום מודלים עסקיים חדשים, שבבסיסם לא ספקולציה, אלא ניהול נתונים ואמון.

מכירת תהליכיים במקום מטרים רבים: הנכס המרכזי אינו הסכמים על הנהלות על בטון, אלא אמון ויעילות הערך העיקרי יהיה תוצאות מבוססות על נתונים מהימנים ומאומתים. חברות מודרניות ימכרו לא את אובייקט הבנייה כשלעצמם, אלא:

- לוחות זמינים מדויקים וגרפים שקוברים של עבודות
- אומדנים מבוססים, מאוחדים על ידי היישובים
- אפשרות ל刻苦 דיגיטלי מלא ושליטה בכל שלב של הפרויקט

■ שיטת אספקת נתונים מוכנים למשתמשים דרך "Data-as-a-Service" הנדרשה וניתוה כשירות: מודל האינטרנט, כשרות, (שבו כל פרויקט הופך לחלק משרשת נתונים דיגיטלי, והערך של העסק הוא ביכולת ות לפלטפורמות אינטלקטואליות המציעות פתרונות על בסיס Transform) לנהל את השרשת הזו. חברות מת אוטומציה וניתוה:

- הכנת אומדנים ותוכניות אוטומטיות וסקופות
- הערכת סיוכנים ולוחות זמינים על בסיס אלגוריתמים של למידה מכונה
- (יעילות אנרגטית, ESG, CO₂) חישוב מדדים סביבתיים
- יצירת דוחות מקוריים פתוחים נתונים לאיומה

- מוצרייזציה של ניסיון הנדי: הידע של החברה יכול לשמש שוב ושוב בתוך החברה ולהתפשט כ מוצר נפרד מה שמייצר מקור הכנסה נוספת באמצעות שירותים דיגיטליים. בתנאים החדשניים, חברות יוצרות לא רק פרויקטים, אלא גם נכסים דיגיטליים:

- ספריות של רכיבים ותבניות אומדנים

▪ **מודולים אוטומטיים לאיומות**

- **תוספים וסקריפטים בקוד פתוח (מכירת ייעוץ) (לעבודה עם נתונים**

■ סוג חדש של חברה: אינטגרטור מונחה נתונים: משותף בשוק שאין תלוי בספקי תוכנה או מערכות מודולריות ספציפיות ואין "סגור" במשמעות של תוכנה אחת. הוא פועל בחופשיות עם נתונים - ועל כך הוא בונה את התחרויות שלו. חברת הבניה של העתיד אינה רק קבלן, אלא אינטגרטור מידע, המסוגל עבור הלכה לבצע את הפונקציות הבאות:

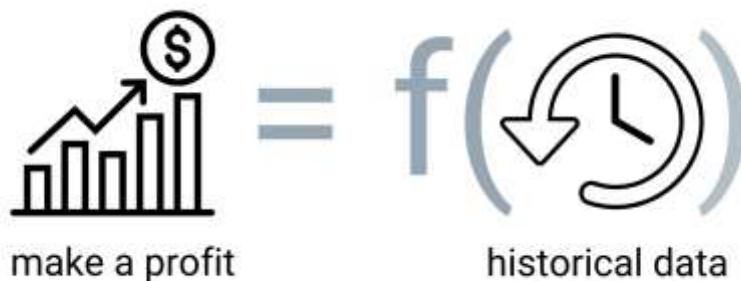
- **לאחד נתונים מקורות שונים ולבצע ניתוח**
- **להבטיח שקיים ומהימנות של תהליכיים**
- **לייעץ על אופטימיזציה של תהליכי עסקים**
- **לפתח כלים הפעילים במערכת אקוולוגית של נתונים פתוחים LLM, ETL, ETL-Pipelines.**

מסמנת את סוף "עדן הממצאים הידניים" ופיגישות הערב של מנכ"לים עם מחלקה (2.112 אירור) תעשייה 5.0 האומדנים והחובנאות. כל מה שהיה קודם מוסתר - חישוביים, אומדנים, כמויות - הופך לגלי, נבדק וברור אפילו לא מומחה. המרווחים יהיו אלו שיתמקדו מחדש בראשונים. כל השאר - ישארו מאחור בכלכלת הדיגיטלית והחזשה של תחום הבניה.

סיכום

ענף הבניה נכנס לעידן של שינויים מהותיים. מההקלות הראשונות על לוחות חימר ועד למגרים של נתונים דיגיטליים המגייעים משרותי תכנון ואתרי בנייה, ההיסטוריה של העבודה עם מידע בנייה תמיד שיקפה את רמת הבשלות של הטכנולוגיות בזמנה. כיום, עם הגעת האוטומציה, פורמטים פתוחים ומערכות ניתוח אינטלייגנטיות, הענף מתמודד לא עם אבולוציה הדרגתית, אלא עם טרנספורמציה דיגיטלית מהירה.

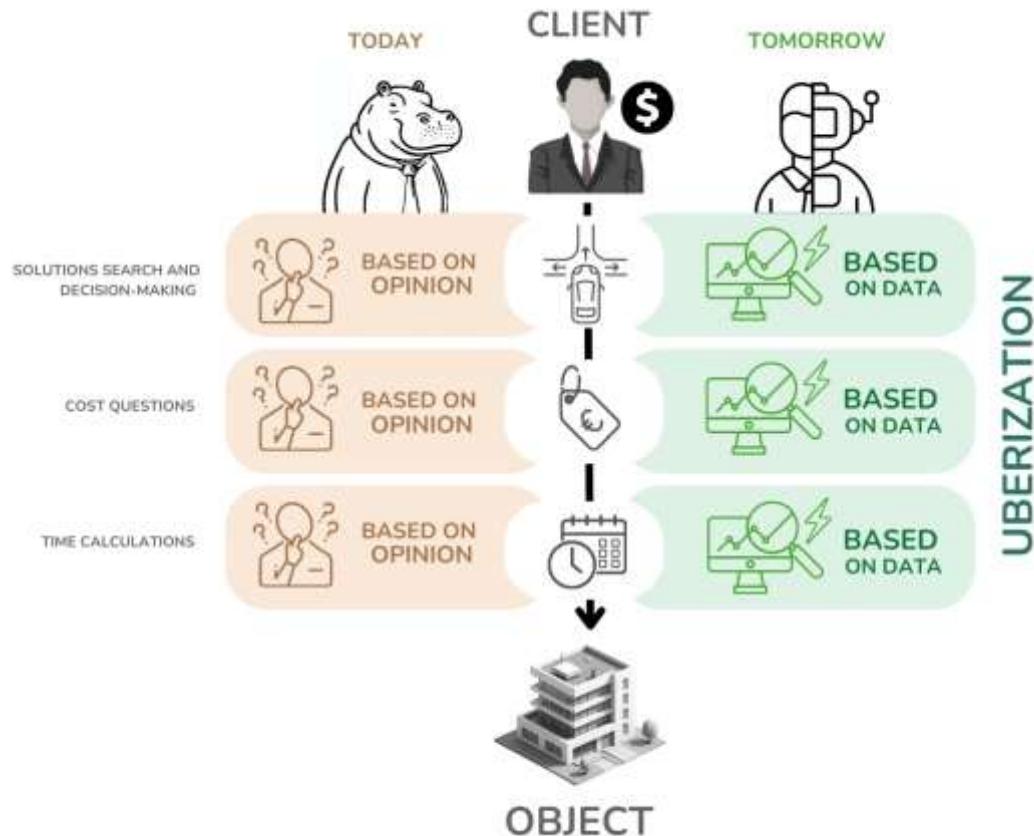
כמו בענפים אחרים בכלכלה, לבניה יש צורך לחשב מחדש רק על הכלים, אלא גם על עקרונות העבודה. חברות שב吃过 קבעו את השוק ושימושו כמתוקים העיקריים בין הלקוח לפROYkt, מאבדות את מעמדן הייחודי. האמון יכולת העבודה עם נתונים עולמים למרכו הימה: מהאיסוף והמבנה שלהם ועד לנתחה, חיזוי ואוטומציה של החלטות



- נתונים היסטוריים מובנים - דלק לעסק יעיל ומנווה 10.21. ריס

בספר זה נידונו בהרחבה העקרונות המרכזיים של ניהול נתונים בענף הבניה - מהאודיט והסתנדרטיזציה ועד לאוטומציה של תהליכי, שימוש בכלאי ויזואלייזציה והטמעת אלגוריתמים אינטלייגנטיים. בדקנו כיצד גם עם משאים מוגבלים ניתן לבנות ארכיטקטורת נתונים פועלת ולהתחליל לקבל החלטות לא על סמך אינטואיציה, אלא על סמך בלבד - היא הופכת לבסיס AI-עובדות ניתנות לבדיקה. העבודה עם נתונים מפסקה להיות משימה של מחלקת התרבות ניהול, שעליה תלואה החברה, יכולת ההתאמאה שלא ומידותה לתווך הארץ.

השימוש בטכנולוגיות של למידת מכונה, מערכות עיבוד אוטומטיות, דיגיטליים כפולים ופורמטים פתוחים כבר היום, מאפשר להוציא את הגורם האנושי מהתפקיד היכן שבמעבר הוא היה קריטי. הבניה מתקדמה לעבר אוטונומיה וניהול, שבו המעבר מרעיון ליישום פרויקט ניתן לשווואה לניווט במצב טיס אוטומטי: ללא תלות בהחלטות סובייקטיביות (рис) ללא צורך בהתערבות ינית בכל שלב, אך עם מעקב数 דיגיטלי מלא ושליטה 10.22.-



לנitorה נתונים יתקדם בראש ובראשונה על (HiPPO) המעביר מקלט החלטות על סמך דעתו של מומחה חשובים 10.22. ריס – ידי הלקוח

לאחר שלמדתם את השיטות, העקרונות והכלים המוצגים בספר זה, תוכלו להתחיל לקבל החלטות בחברתכם המבוססת מוכנים לסייעת ETL Pipelines לניתוח, MLL-Uל נתונים ולא על אינטואיציה. תוכלו גם להפעיל רצפי מודולים בולעדי נתונים אוטומטית, תוך קבלת מידע בצורה הנדרשת לכם. בהמשך, בהתבסס על פרקים (IDE) הפיתוח שלכם בספר העוסקים בתנאים גדולים ולמידת מכונה, תוכלו לישם תרחישים מורכבים יותר - לחץ ידע חדש מתונים היסטוריים ולישם אלגוריתמים של למידת מכונה לחיזוי ואופטימיזציה של התהליכים שלכם.

נתונים ופרוצדורות פתוחים יהפכו לבסיס להערכות מדויקות יותר של עלויות ולוחות זמנים של פרויקטים, מה שימנע מחברות הבניה את האפשרות לשחרר נתונים לא ש קופים. זהו גם אתגר וגם הדמנתו עברו הענף לחשוב מחדש. תפקido ולהתאים את עצמו לנסיבות החדש, שבה שיקיפות ויעילות יהפכו לגורם המרכזים להצלחה.

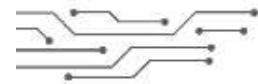
מוכנות לקבל ידע ולישם אותו בפועל היא המפתח להצלחה בעידן של טרנספורמציה דיגיטלית.

חברות שambilות זאת ראשונית, יזכו ליתרון בתנאי התחרות הדיגיטלית החדש. אך חשוב להבין: נתונים בפני עצמם לא משנים דבר. רבים יצרכו לשנות את דרך החשיבה הרגילה שלהם, ולצורך כך נדרש תمرיך. החברה שלכם צריכה לבחן מחדש את הגישה שלה להחלפת נתונים.

את החברה משנים אנשים שמסוגלים לעבוד עם הנתונים הללו, לפרש אותם, להשתמש בהם לאופטימיזציה וליצור על

בבסיס ארכיטקטורה חדשה של תהליכיים

אם אתם קוראים את השורות הללו, אתם מוכנים לשינויים ואתם כבר צעד אחד קדימה. תודה שהחרתם בדרך זו. ברוכים הבאים לעידן של טרנספורמציה דיגיטלית!



על המחבר



שמי ארטוום בויקו. הדרכ שלי באתاري בניתה הchallenge בשנת 2007 - בעבודתי ככורה במכרה שיחים בעיר הולנדית, בזמן שלמדתי באוניברסיטה סנט פטרבורג להנדסה מינרלית ובניתה תחת-קרקעית. בכך האחורי של כריית הספר זהה תוכל לראות מוצץ במכרה, שם חצנו ופוצצנו מאות קוביות של שיחים דליקים. הקריירה שלי התפתחה, בכיוונים שונים - מעבודה כעוזב מכירה ובבנייה רכבת תחתית ועד לטיפוס תעשייתי מתקין גנות וציז'וד מעליות. זכיתי להשתתף בפרויקטים מגוון רחב של היקפים: בנייתם פרטיים ועד פרויקטים תעשייתיים גדולים באזוריים שונים בעולם.

עם הזמן, העבודה שלי עברה מבניה פיזית לניהול מידע ותהליכיים דיגיטליים. מאז 2013 עבדתי בתפקידים שונים בחברות בניתה קטנות, ביוגניות וגדלות בכמה אזורים בגרמניה, מתכנן ועד מנהל ניהול נתונים. בתחום ניהול הנתונים, עסקתי באופטימיזציה ERP, CAD (BIM), MEP, FEM, CMS. ניסיון שלי כולל עבודה עם נתוניםמערכות אוטומציה של תהליכיים, כמו גם בניתה, למידת מכונה, ועיבוד נתונים בשלבי תכנון, חישובים וביצוע עבודות בניתה בחברות העוסקות בניתה פרויקטים תעשייתיים, מגוריים, תשתיות ושירותים ציבוריים.

- מאז 2003 אני עובד עם תוכנה פתוחה נתונים פתוחים. במהלך הזמן יישמתי מספר פרויקטים אינטראקטיבים פתוחים CMS-מאתרים והנויות אינטרנטית ועד לאפליקציות אינטרנט שלמות, תוך שימוש בפתרונות קוד פתוח ובנייה מודרנית, בעלות ארכיטקטורה מודולרית, התאמה גבולה ונגישות-ERP-הפלטפורמות הללו, דומות במידה רבה לניסיון זה הניה את היסוד לגישה המקצועית שלי - התמקדות בטכנולוגיות פתוחות ותרבות של פיתוח משותף. אני שואף לקדם את הכבוד לקוד פתוח ולהloudת ידע חופשית בתעשייה הבניתה. העבודה שלי לשיפור נגישות הנתונים בתעשיית הבניתה התבטהה בהקמת מספר קהילות ברשות החברתיות לדין בשאלות של שיקיפות נתונים ושימוש בקוד פתוח בניתה, כמו גם בהשקת מספר סטארט-אפים המפתחים פתרונות להבטחת גישה לנ נתונים מערכות ופלטפורמות סגורות שונות.

CAD התרומה שלי להיליה המקצועית מתבטאת בהשתתפות כדור בכנסים העוסקים בנושאים של אינטראקטיביות של למידת מכונה ובנייה מלאכותית, כמו גם במסרים שפורסמו בפרסומים אירופיים (BIM), ERP, 4D-5D, LLM מפה מקיפה של פתרונות תוכנה, BIM המוקדשים לתחום הבניתה. אחד מהישגים הבולטים שלי הוא יצירת "היסטוריה ומשחקי לובי", שטורגמה BIM חשובים לניהול נתונים בתעשייה הבניתה. סדרת המאמרים שלי בת 7 חלקים "התפתחות במספר שפות, זכתה להכרה רחבה כנסיון להoir את הדינמייה הנסתרת של התפתחות הסטנדרטים הדיגיטליים.

כך עברתי מהפקת חומר גלם - להפקת וסידור נתונים בניתה. אני תמיד פתוח לדיאלוג מקצועי, רעיונות חדשים ופרויקטים משותפים. קיבל בברכה כל משוב ואשם לקלבל את הودעותיכם או לראותכם בין העוקבים ברשות החברתיות. תודה רבה לכם על כך שקראתם את הספר זהה עד הסוף! אשםה אם ספר זה יעוזר לכם להבין טוב יותר את הנושא של נתונים בתעשייה הבניתה.

משמעות

דעת הקוראים משחקת תפקיד חשוב בהתקפות העתידית של הפרטומים ובבחירה הנושאים המועדפים. הערות על אילו רעונות היו מועילים ואילו עוררו ספקות ודוחשים הבחרות נוספת או הפניות למקורות, הן בעלות ערך רב. הספר כולל מגוון רחב של חומרים והערות אנגליות, חלקם עשויים להיראות שונים בחלוקת או סובייקטיביים. אם במהלך הקריאה תגלו אי דיווקים, מקורות שצינו לא נכון, חוסר עקבות: לוגיות או שגיאות הפלדה - אשמח לקבל את תשובותיכם, מהשבותיכם או בקורסכם, שתוכלו לשלווה כתובות boikoartem@gmail.com: linkedin.com/in/boikoartem או דרך הודעה בlienkdain.

ברשותה החברתיות - החלפת חוות קרייה Data-Driven Construction אודה לכל אזכור של הספר מסיימת להפין מידע על נחונים פתוחים וכלים ותומכת בעבודתי.

הערה על התרגום

ספר זה תורגם בעזרת טכנולוגיות בינה מלאכותית. זה אפשר להציג משמעותית את תהליכי התרגום. עם זאת כמו בכל פעללה טכנולוגית, עשויות להיות שגיאות או אי דיווקים. אם תבחןו בשמו שנראה לא נכון או מתרגם בצורה לא מדויקת, אנא כתבו לי. ההערות שלכם יסייעו לשפר את איכות התרגום.

DATADRIVENCONSTRUCTION קהילות

זהו מקום שבו תוכלם לשאול שאלות ולשתחף את הביעות והפתרונות שלכם

DataDrivenConstruction.io: <https://datadrivenconstruction.io>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/datadrivenconstruction/>

Twitter: <https://twitter.com/datadrivenconst>

Telegram: <https://t.me/datadrivenconstruction>

YouTube: <https://www.youtube.com/@datadrivenconstruction>

נוספים ומוסגים מיוםנוויות

מגון נזונה **DataDrivenConstruction** בספר, הבניה בתעשייה נתונים עם עובזה של המרכזים לעקרונות בנוסף הם אך, ככל באופן רק מוצגים חלקם. נתונים עם העובד למומחה הנדרשות ומיוםנוויות תוכניות, מושגים של רחב בפרקטיקה קרייטי תפקיד משחקים.

שבו מוצגות קישורים לחומרים נוספים על מיוםנוויות DataDrivenConstruction.io קורא מעוניין יכול לבקר באתר דוגמאות לעיבוד נתונים בפרויקט ETL, בניה תהילכי Python-Pandas, מפתח חומרים אלה כוללים עבודה עם מערכות לעיבוד נתונים גדולים, כמו גם גישות מודרניות להמחשה ואנלטיקה של נתונים בניה CAD בניה.

וכל הדוגמאות המעשיות נעשו שימוש במגון כלים ותוכנות קוד "DataDrivenConstruction" במהלך הכתה הספר: פתוחה. המחבר מביע תודה לפתחים ולשותפים של הפתורנות הבאים:

■ הבסיס לעובדה עם נתונים ואוטומציה – Python-Pandas

■ ספריות לניהוח נתונים ולמידת מכונה – Scipy, NumPy, Matplotlib-Scikit-Learn

■ כלים לאחסון ועיבוד כמויות גדולות של נתונים בניה – SQL-Apache Parquet

■ כלים פתוחים לעובדה עם נתונים בפורמטים פתוחים Open Source CAD (BIM)

■ מערכות לתיאום ואוטומציה של תהילכי עבודה – N8n, Apache Airflow, Apache NiFi

■ DeepSeek, LLaMa, Mistral – Open Source LLM

תודה מיוחדת לכל המשתתפים בדיונים בנושא נתונים פתוחים וכלים בקהלות מקצועית וברשות חברות, שביבורתם הערותיהם ורעיוןוניותיהם סייעו לשפר את התוכן והמבנה של ספר זה.

שבו מתפרסמים לא רק עדכונים על הספר, [DataDrivenConstruction](https://DataDrivenConstruction.io) עקבו אחרי התפתחות הפרויקט באתר ותיקונים, אלא גם פרקים חדשים, חמורים למודים ודוגמאות מעשיות ליישום השיטות המתוארות

מקסימום נוחות עם הגרסה המודפסת

לשימוש נוח יותר וגישה מהירה Data-Driven Construction. אתם מוחזקים בידיכם את הגרסה הדיגיטלית החינמית של לוחומרים, אנו ממליצים לשקול את הגרסה המודפסת:



תמיד בהישג

יד: ספר

בפורמט מודפס

הופך לכלי

עבודה אמין

המאפשר

למצוא

ולהשתמש

במהירות

ביזואלייזציות

ותרשימים

בכל מצב

עבודה

aicot gibohah

של איורים: כל

התמונות

והגרפים

בגרסה

המודפסת

מוחגים

באיכות

מקסימלית

גישה מהירה

למידע: ניוט

נוח, אפשרות לעשות הערות, סימניות ולבוד עם הספר בכל מקום.

ברכישת הגרסה המודפסת המלאה של הספר, אתם מקבלים כלי נוח לעובדה נוחה ויעילה עם מידע: אפשרות להשתמש בחומרים ויזואליים במשימות יומיומיות, למצוא במהירות את התרשימים הנדרשים ולעשות הערות. בנוסף, רכישתכם תומכת בהפצת ידע פתוח.

ניתן להזמין את הגרסה המודפסת של הספר בכתבota datadrivenconstruction.io/books

הזדמנות ייחודית למייצוב אסטרטגי



אנו מציעים לכם לפרסם חומרים פרטוניים בגרסה החינמית של המהדורה הגדרה בתשלום של המהדורה השנה הראשונה לאחר DataDrivenConstruction. הפרסום משכה את תשומת הלב של מומחים מיותר מ-50 מדינות ברחבי העולם – מארצות הברית והוד אזור אסיה-פסיפיק. לדיוון על תנאי שיתוף פעולה אישי ולקבלת מידע מפורט על אפשרויות פרסום, אנא מלאו את טופס המשוב באתר הרשמי datadrivenconstruction.io. או כתבו ליצירת קשר המצוינת בסוף הספר.

פרקii הספר זמינים באתר DATADRIVENCONSTRUCTION.IO



באתר, שבו מתפרסמים **Data-Driven Construction** אתם יכולים לקרוא את פרקי הספר בהדרגה החלו הספר, כך שתוכלו למצוא מהירות המידע הנדרש ולהשתמש בו בעבודתכם בוגר, באתר תמצאו פרסומים נוספים בנושאים דומים, כמו גם דוגמאות ליישומים ולפתרונות. שיסיעו לכם לפתח את המיומנויות שלכם ולישם נתונים לבנייה.

הורידו את הגרסאות האחרונות של הספר מהאתר הרשמי



זמיןות להורדה DataDrivenConstruction הגרסאות העדכניות והאחרונות של הספר אם אתם רוצים לקבל עדכונים עם פרקים חדשים datadrivenconstruction.io. באתר של הספר, טיפים מעשיים או סקירות של יישומים חדשים, הירשמו לניוולטר

תהיו הראשונים להכיר את הפרקים החדשניים של הספר

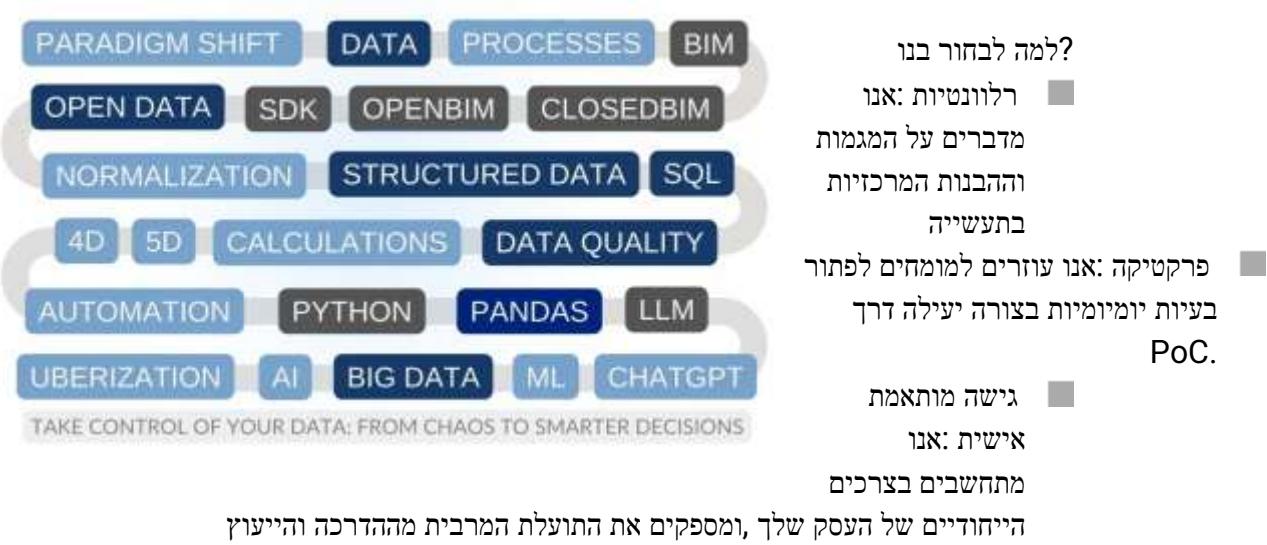
קבלו מקרים מעשיים וטיפים על אנליזה ואוטומציה לבנייה

לעקב אחרי מגמות, פרסומים ודוגמאות של יישומים

כדי להרשם datadrivenconstruction.io!

יעוץ, סדנאות והדרכה DATADRIVENCONSTRUCTION:

ויעוץ סייעו לעשרות חברות בנייה מובילות ברחבי העולם לשפר DataDrivenConstruction תוכניות ההדרכה של נמצאים DataDrivenConstruction את היעילות, להפחית עלויות ולשפר את יכולות החלטות. בין לקוחות השחקנים הגדולים בשוק עם מחוזר של מיליארדי יורו, כולל חברות בנייה, ייעוץ וטכנולוגיה.



תחומי הפעולה המרכזיים של צוות DataDrivenConstruction:

- ניהול יכולות הנתונים: אנו עוזרים לפרטיזציה של משימות, איסוף דרישות, בדיקה והכנה של נתונים לעיבוד אוטומטי.
- CREATE, PDF, Excel, ומלחמים נתונים מדו"ל ETL כריית נתונים - חילוץ ומבנה נתונים: אנו מגדירים תהליכי תМОנות ומקורות נוספים.
- CAD (BIM) ומבני CAD (BIM) RVT, IFC, DWG נתונות: אנו אוספים, מסדרים ומנתחים מידע מקבצי BIM-ו נתונים נוספים.
- ניתוח והמרת נתונים: אנו הופכים מידע ממזר לנתונים מבנים, ניתוחים, מסקנות והחלטה.
- אינטגרציה נתונים ואוטומציה של תהליכי: מהפקת מסמכים אוטומטית ועד אינטגרציה עם מערכות פנימיות ומסדי נתונים חיצוניים.

כדי לגלות כיצד השימוש באוטומציה יכול לעזור לכם DataDrivenConstruction.io צרו קשר עםaghosh@datadrivenconstruction.io להציג תוצאות עסקיות משמעותיות.

מילון מונחים

(בינה מלאכותית -) היכולת של מערכות מחשב לבצע משימות שדרשות בדרך כלל אינטלקטואלית אנושית, כמו זיהוי AI דפוסים, למידה וקבלת החלטות.

פלטפורמת קוד פתוח לאורקסטרציה של תהליכי עבודה, המאפשרת ליצור, לתוכנן ולעקוב אחר - Apache Airflow - (באמצעות DAG-תהליכי עבודה ETL-cyclic directed).

כלי לautomation של זרימת נתונים בין מערכות, המתמה בהכוונה והמרת נתונים - Apache NiFi.

פורמט קובץ ייעיל לאחסון נתונים בעמודות, מותאם לשימוש במערכות ניתוח נתונים גדולים - Apache Parquet. מספק דחיסה משמעותית ועיבוד מהיר.

(ממשק תכונות יישום -) ממשק פורמלי המאפשר לתוכנית אחת לתקשר עם אחרת מבלי לגשת לקוד המקור API exchanging data and functionality through standardized requests and responses.

מאפיין - תכונה או יכולות של אובייקט, המתארת את המאפיינים שלו (כגון שטח, גובה, עלות, חומר)

מסדי נתונים - מבנים מאורגנים לאחסון, ניהול וגישה למידע, המשמשים להיפוי ועיבוד נתונים לצורה עיילה.

תוכנית לישום מודל מידע בניינים, המגדירה מטרות, שיטות ותהליכי יישום – (BEP) תוכנית ביצוע מודל מידע בניין. בפרויקט BIM

מערכות מידע בהיקף משמעותית, מגוון ומהירות עדכון, אשר דורשות טכנולוגיות מיוחדות – (Big Data) נתונים גדולים. לעיבוד וניתוח.

ניתוח עסקי; תהליכי, טכנולוגיות וכליים להמרת נתונים למידע איכותי לקלות החלטות – (BI) אינטלקטואלית עסוקית תהליכי ייצור וניהול של יצוגים דיגיטליים של תכונות פיזיות ופונקציונליות של אובייקטים – (BIM) מודל מידע בניין בבנייה, כולל לא רק מודלים תלת-ממדיים אלא גם מידע על תכונות, חומרים,لوحות זמנים ועלויות

קופסה שחורה/ קופסה לבנה – גישות להבנת מערכת: במקרה הראשון הלוגיקה הפנימית מוסתרת, ורק הקלטים והפלטים נראים; במקרה השני – תהליך העיבוד שkopf ונגיש לניתוח

מבנה גיאומטרי המתאר את גבולות האובייקט במרחב תלת-ממדי דרך – (Bounding Box) קופסה מגילה. וווצר "קופסה" סביב האובייקט Z-ו Y, X קווארדיינטות מינימליות ומקסימליות על צירי

יצוג גיאומטרי של אובייקטים, המגדיר אותן דרך גבולות פני השטח – (BREP) ייצוג גבול

מערכת תכנון ממוחשבת, המשמשת לייצור, עריכה וניתוח של שרטוטים מדויקים – (CAD) תכנון בעזרת מחשב ומודלים תלת-ממדיים בארכיטקטורה, בנייה, הנדסה ועוד תחומיים

תוכנה לניהול נכסים נדל"ן ותשתיות, הכוללת תכנון חלל, ניהול נכסים, תחזוקה – (CAFM) ניהול מתקנים בעזרת מחשב ומעקב עלויות

מרחבים דיגיטליים מרכזים לניהול, אחסון, חילופי מידע ועבודה משותפת עם מידע פרויקט – (CDE) סביבה נתונים משותפת בכל שלבי מחזור חי האובייקט

מבנה מיוחד בארגון, האחראי על פיתוחה בתחום ידע מסוים, פיתוח – (Center of Excellence, CoE) מרכז מצוינות סטנדרטים ושיטות עבודה מיטביות, הקשרית עובדים ותמייה ביישום חדשנות

מערכת סיוג מודרנית של רכיבי בניין מהדור השלישי – CoClass

מודל נתונים קונספטואלי – ייצוג ברמה גבוהה של ישויות עיקריות וקשריהן ללא פירוט של תכונות, המשמש בשלב ההתחלתי של תכנון בסיסי נתונים.

מערכת לניהול אינטראקטיבית עם ללקוחות, המשמשת לאוטומציה של תהליכי מכירה – (CRM) ניהול קשרי לקוחות ושירות.

(Airflow, NiFi) גרפ מכוון שאינו מעגלי, המשמש במערכות תיאום נתונים – (DAG) מכוןacyclic גרפ ולביעת רצף ותלות בין משתנות.

מסגרת פיתון לייצרת ויזואלייזציות נתונים אינטראקטיביות באינטרנט – Dash.

פאנל מידע, המציג באופן חזותי את המודדים המרכזיים של ביצועים ומדדמים בזמן – (Dashboard) לוח מחוונים, מתודולוגיה הממקדת את תשומת הלב נתונים ולא בישומים או בקוד תוכנה – (Data-Centric) (Data Governance) גישה מונחת נתונים מה שהופך את הנתונים לנכס המרכזי של הארגון.

כלול של פרקטיקות, תהליכיים ומדיניות, המבטאים שימוש נאות ויעיל – (Data Governance) ניהול נתונים נתונים בארגון, כולל בקרה גישה, איכות וביטחון.

אגם נתונים – מאגר המידע לאחסן כמויות גדולות של נתונים גולמיים בפורמט המקורי שלהם עד לרגע השימוש בהם עם (Data Lake) אגם בית נתונים – גישה ארכיטקטונית המשלבת את הגמישות והסקלאbilיות של אגמי נתונים (DWH) הניהוליות והביצועים של מחסני נתונים.

בנייה מונעת נתונים – גישה אסטרטגית שבה כל שלב בمعالגי חyi הפרויקט – מעיצוב ועד פעולה – נתמך על ידי מערכות אוטומטיות ומקושرات. גישה זו מבטיחה למידה מתמשכת על בסיס עובדות, מפחיתה אי-ודאות ומאפשרת לחברות להשיג יתרון תחרותי בר קיימה בענף.

אינטרגרטור מונע נתונים – חברת המתמחה באיחוד נתונים מקורות שונים וניתוחם לצורך קבלת החלטות ניהול נתונים גישה מרכזית לנתונים – מתודולוגיה שבה נתונים נחברים לנכס אסטרטגי, וההחלטות מתתקבלות על בסיס ניתוח אובייקטיבי של מידע ולא על בסיס דעות סובייקטיביות.

מינימליזם נתונים – גישה לצמצום הנתונים לנדרים החשובים והמשמעותיים ביותר, המאפשרת לפשט את עיבוד וניתוח המידע.

ביצת נתונים – אוסף מפוזר של נתונים לא מובנים, הנוצר כתוצאה מאיסוף ואחסון מידע ללא שליטה ולא ארגון נאות נתונים וניתוח, המוקדמת בשיפור שיטת הפעולה DevOps, מתודולוגיה המשלבת את עקרונות – DataOps, האינטראקטיבית ואוטומציה של זרמי נתונים.

דיגיטציה של מידע – תהליך המרה של כל היבטי הפעולות הבניות לצורה דיגיטלית, המתאימה לנתחה, פרשנות וautomציה.

שבו השורות מייצגות רשומות או (DataFrame Pandas, – מבנה נתונים דו-מדי בספרייה DataFrame אובייקטים נפרדים, והעמודות מייצגות את המאפיינים או התוכנות שלהם ניתוח תיאורי – ניתוח נתונים היסטוריים להבנת מה קרה בעבר.

ניתוח אבחוני – ניתוח נתונים לקביעת הסיבות לכך שימושו קרה.

תרשים גנט – כלי לתכנון פרויקטים, המציג משימות לצורה של פסים אופקיים על ציר זמן, ומאפשר להציג לצורה ברורה את הרצף והמשך של העבודות.

(מחסן נתונים – מערכת מרכזית לאחסון נתונים, המאגדת מידע מקורות רבים, מארגנת אותו ומאפשרת גישה DWH. לניתוח ודיווח.

(סבירתי, חברתי, ממשלתי – סט קרייטריונים להערכת הסביבה הסביבתית, החברהית והמשפטית של חברת ESG או פרויקט.

(**хилоз, туйна, хара**) – та́хли́к шбо на́тно́им ко́дом ве́с нхлци́м ма́коро́т и ннту́ни́м ле́ма́сн, и ла́хор макн монра́т ETL.
ла́зро́чи ни́тох.

(**хилоз, туйна**) – та́хли́к ше́л хилоз на́тно́им ма́коро́т шо́ни́м, харта́м ле́формат хенре́ш и туйна́м ле́ма́сн хи́уд ETL.
ла́зро́чи ни́тох.

(**и́шот-ка́ш**) – та́рши́м хо́зи́и хемахи́ш и́шо́т, а́т ма́фи́ни́м шла́х и а́т ха́шри́м ви́нин, хемашш бе́мидол ER диа́гра́мат на́тно́им.

(**такнун ма́шаби а́ргон**) – ме́рку́т моду́лри́т маки́фа ле́такнун ма́шаби а́ргон, хемашш ле́ни́хол и опти́ми́зшия ше́л ERP.
хи́бити́м шо́ни́м ба́тхли́к ба́ни́я.

ти́ко́нот – ба́лмидот ма́кона, ме́штани́м ба́лти́ та́ло́им او́ та́ко́нот, хемашшот ке́клет ле́модел
мо́дел физи́ ше́л на́тно́им – и́зог мопор́т ше́л ми́бна ба́си́ на́тно́им, ко́лл та́блалот, умо́дот, со́ги на́тно́им, ми́фахот и а́ндакси́м
мота́м ле́мерку́т ни́хол ба́си́ на́тно́им специ́фи́ка – FPDF.

ли́вих ги́ометрия – ре́кив та́ко́на ма́спек алго́ритими ба́си́м ле́изира, ури́ка и ни́тох ше́л а́би́кти́м ги́ометрия в
ви́шоми́м га́нди́м а́хери́м CAD, BIM.

(**хи́дата ше́л адам ма́ро́вих ба́йтор**) – ги́ша ле́кобла́т хе́лутот ма́бо́сат ул ду́то ше́л адам ма́ро́вих ба́йтор HiPPO
ба́ргон, и ла́я ул на́тно́им а́би́кти́би́м.

IDE (PyCharm, VS Code, Jupyter Notebook), ба́биви́т пи́тох ма́шолба – ко́ли ко́лл ле́ктыва, ба́дика и диги́в ше́л ко́д (ле́мешл IDE).

(**ма́пра́т хебра́т ми́ду**) – ма́пра́т хебра́т ми́ду, ма́гдир а́т хори́шот на́тно́им ба́слби́м шо́ни́м ше́л фро́йект IDS IFC.
хембти́х та́имот ба́н патро́нот та́ко́на шо́ни́м, BIM) (ма́хлокот и́сод ба́түши́я) – формат ле́халфа́т на́тно́им
ти́ши́я 5.0 – мо́шаг ле́пти́х ба́түши́я, ма́ад ад и́толот диги́ти́за, а́тома́тиза и ба́ни́я ма́лако́тия ум фо́тунци́я
а́ноши и хе́кимот ба́спи́тия.

а́нти́гра́тия на́тно́им – та́хли́к ше́л ши́лоб на́тно́им ма́коро́т шо́ни́м ле́мерку́т адат, шла́ма, ко́ди ле́хбти́х и́зог адат ше́л
хи́миду.

си́ло ми́ду – ме́рку́т а́хсо́н на́тно́им ми́боддо́т, ша́ин ми́штаро́т ми́ду ум ми́рку́т а́хро́т, ма́ ши́озр ма́хсо́мим ле́ши́юш
и́зил ба́нтно́им.

(**хи́нтрнет ше́л да́бари́м**) – мо́шаг ле́хби́ор а́би́кти́м физи́м ла́интрнет ла́зро́чи а́исо́ф, уи́буд и хебра́т на́тно́им To|
алго́ритим ле́мидот ма́кона, ма́дрог а́би́кти́м ул са́мк дми́он ум ше́нни́м ха́кру́би – (ше́нни́м ха́кру́би ба́йтор NN-k
ба́йтор ба́мдиг а́имон).

फलтформа ле́ни́тох на́тно́им и та́хри́от ба́лмидот ма́кона – Kaggle.

хи́шоб – хи́шоб уло́т убо́дот ба́ни́я а́т та́хли́ким ле́пи́хти́т ми́да ма́соя́т (ле́мешл, убо́р 1 м² ше́л ки́р ги́бс, 1 м³ ше́л
ба́тон).

(**мадди ба́изу́ марко́зи́м**) – мадди́м комо́ти́м га́нти́м ле́миди́х, хемашшот ле́харку́т ха́злича́т пе́ули́от хе́бре́а а́т фро́йкт I
специ́фи́к.

ти́во́т – ба́лмидот ма́кона, ме́штани́м а́т та́ко́нот и́уд, ше́модел цри́к ле́хзо́т.

אלגוריתם למידה – תהליך חיפוש ההשערה הטובה ביותר במודל, העונה על הפונקציה היעד, תוך שימוש בקבוצת נתוני אימון.

רגסיה ליניארית – שיטה סטטיסטיית למידול הקשר בין משתנה תלוי אחד או יותר משתנים בלתי תלויים (מודל שפה גדול) – מודל שפה גדול, בינה מלאכותית, שהוכשרה להבין וליצור טקסט על בסיס כМОΙות עצומות LLM של נתונים, המסוגלת לנתח הקשר ולהתוב קוד תוכנה.

(רמת פירוט/פיתה) – רמת הפירוט של המודל, המגדירה את מידת הדיקן הגיאומטרי ואת התוכן המדע LOD מודל לוגי של נתונים – תיאור מפורט של ישות, תכונות, מפתחות וקשרים, המיצג את המידע העסקי והכללים, שלב בגיןים בין המודל הקונספטואלי למודל הפיזי.

למידת מכונה – קבוצה של שיטות אינטלקנציה מלאכותית, המאפשרות למערכות מחשב ללמידה ולבצע תחזיות על בסיס נתונים ללא תכונות מפורש.

מאסטרפורט – מערכת סיוג מהדור הראשון, המשמשת לארגון מפרטי בניה לפיסיים ודיסציפלינות (מכני, חשמלי, אינסטלציה) – מערכות הנדסה של מבנים, היכולות רכיבים מכניים, חשמליים ואינסטלציה MEP.

רשת – ייצוג רשמי של אובייקטים תלת-ממדים, המורכב מקודקודים, קווים ופניות. מודל – בلمידת מכונה, אוסף של היפותזות שונות, אחת מהן מתקרבת לפונקציה היעד שיש לחזות או לאפר מודל נתונים – תהליך ייצוג מסודר של נתונים וקשרים ביניהם לצורך יישום במערכות מידע, הכולל רמות קונספטואליות, לוגיות ופייזיות.

כלי קוד פתוח לאוטומציה של תהליכי עבודה ואינטגרציה של יישומים באמצעות גישה עם קוד נמוך - Ch8. נורמליזציה – בلمידת מכונה, תהליך הבאת נתונים מסוימים לאוֹטְרָם סקללה כדי להקל על עיבוד וניתוחם. הנדסה הפוכה – תהליך חקר המבנה, הפונקציה והטכнологיה של אובייקט על ידי ניתוח המבנה, הפונקציות והעבודה שלו. בהקשר של נתונים – חילוץ מידע מפורטים קנייניים לשימוש במערכות פתוחות.

(זיהוי توויים אופטי) – טכנולוגיה לזיהוי توויים אופטי, המאפשרת להמיר תמונות טקסט (מסמכים סרוקים, תמונות OCR). לפורט טקסט קריא על ידי מכונה.

תקן סיוג בינלאומי השני לניהול מידע על אובייקטי בניה - OmniClass.

אונטולוגיה – מערכת של קשרים בין מושגים, המנשתתת בתחום ידע מסוים. קוד פתוח – מודל לפיתוח והפצת תוכנה עם קוד פתוח, הזמין לשימוש חופשי, חקר ושינוי.

פתוח, המניח שימוש בתקנים ובפורטים פתוחים לתחליף נתונים בין פתרונות תוכנה שונים BIM מושג - Open BIM. תקנים פתוחים – מפרטים זמינים לציבור להשגת משימה מסוימת, המאפשרים למערכות שונות לתקשר ולהחליף נתונים DataFrame-Series pandas – לעבודה עם מידע טבלי.

פרדיגמת נתונים פתוחים – גישה לעיבוד נתונים, שבה המידע זמין לשימוש חופשי, שימוש חוזר והפצה לכל אדם. שיטה פרמטרית – שיטת הערכת פרויקטי בניה, המשתמש במודלים סטטיסטיים להערכת עלויות על בסיס פרמטרים של הפרויקט.

(מודל מידע פרויקט) – מערכת דיגיטלית, המיועדת לארגון, אחסון והחלפת כל המידע הפרויקטלי PIMS. צינור – רצף של תהליכי עיבוד נתונים, החל מהפקה והמרה ועד לנитוח והציג.

מערכת לניהול פרויקטים, המועדת לשיליטה מפורטת על ביצוע משימות – (PMIS) מערכת ניהול מידע פרויקטים ברמת פרויקט בנייה ספציפי.

תחום אналיטיקה המשמש בשיטות סטטיסטיות ולמידת מכונה כדי – (Predictive Analytics) אналיטיקה חיזויית להזות תוצאות עתידיות על בסיס נתונים היסטוריים.

תחום אналיטיקה שאינו רק חוזה תוצאות עתידיות, אלא גם – (Prescriptive Analytics) אналיטיקה פרסקריפטיבית מציע פועלות אופטימליות להשגת תוצאות רצויות.

פורמטים קנייניים – פורמטים סגורים של נתונים, הנשלטים על ידי חברה מסוימת, המגבילים את אפשרות הבחירה. המידע ומגדלים את התלות בתוכנה ספציפית

תהליך של הפekt מאפיינים כמוותם שלרכיבים מתוכם מסמכי תכנון לצורך חישוב – (QTO) תהליך חישוב כמוותם כמפורט להלן:

מערכת ניהול אינטלקטואלית – מערכת לניהול אינטלקטואלית, המבוססת עמידה בדרישות שנקבעו עבור תהליכי ותוצאות (הפקת מידע מוגברת) – שיטה המשלבת את יכולות ההפקה של מודלים לשוניים עם הפקת מידע רלוונטי מסדי RAG נתונים ארגוניים, מה שմוביל את הדיקוק והעדכניות של התשובות.

מערכת לניהול מסדי נתונים רלוונטיים, המארגנת מידע בצורה של – (RDBMS) מערכת ניהול מסדי נתונים רלוונטיים טבלאות מקושرات.

שפה פורמלית לחיפוש ועיבוד מחרוזות, המאפשרת לקבע תנויות לבדוק נתונים טקסט – (RegEx) ביטויים רגולריים בהתאם לקריטריונים מסוימים.

רוגסיה – שיטה סטטיסטית לניתוח תלות בין משתנים. שיטה להערכת פליטתו פחמן דו-חמצני הקשורות לייצור ושימוש בחומרי בניין ובהתקנים – CO₂ חישובי. שיטת משאבים – שיטה להכנת אומדנים, המבוססת על ניתוח מפורט של כל המשאבים הנדרשים (חומרים, עבודה, ציוד) לביצוע עבודות בנייה.

טכנולוגיה לזיהוי אוטומטי של אובייקטים באמצעות רדיו, המשמשת למעקב – (RFID) זיהוי באמצעות תדר רדיו אחר חומרים, ציוד ואנשים.

מדד המיצג את היחס בין רווחים להוצאות, המשמש להערכת יעילות ההשקעות – (ROI) החזר על השקעה מודל לספקת תוכנה כשירות, שבו היישומים מואחסנים על ידי ספק ונגישים למשתמשים – (SaaS) תוכנה כשירות דרך האינטרנט.

ניהול שרשרות אספקה, הכוללת תיאום ואופטימיזציה של כל תהליכי החל מרכישת – (SCM) ניהול שרשרת אספקה. חומרים ועד אספקת מוצרים מוגמרים.

סילו נתונים – מהסני מידע מבודדים בארגון, שאינם משלבים עם מערכות אחרות, מה שמקשה על הבחירה נתונים. ומפחית את היעילות.

שפה לשאלות מובנות, המשמשת לעובדה עם מסדי נתונים רלוונטיים – (SQL) שפת שאלות מובנית. מערכת ניהול מסדי נתונים קלה, משלבת, חזקה לפטפורמות, שאינה דורשת שירות נפרד ותומכת בפונקציות – SQLite בשימוש נרחב באפליקציות ניידות ובמערכות משלבות, SQL בסיסיות של.

נתונים מובנים – מידע מארגן בפורמט מסוים עם מבנה ברור, לדוגמה, במקרים מסוימים רלוונטיים או בטבלאותobojson שבו אלמנטים שונים עשויים לחייב, XML או JSON נתונים חלשים-מוגברים – מידע עם ארגון חלקי ומבנה גמיש, כמו קבוצות שונות של תוכנות.

היא אובייקט קונקרטי או מופשט מהעולם האמתי, שניתן להבחן בו, לתאר אותו ולהציגו (**entity**: באנגלית) ישות כנתונים.

למידה מפוקחת - סוג של למידת מכונה שבו האלגוריתם מתאים על נתונים מסוימים, שבהם לכל דוגמה ידוע התוצאה הרצiosa.

טקסונומיה - מערכת סיווג היררכית, המשמשת לחלוקה שיטתיות של אלמנטים לקטגוריות על בסיס תכונות משותפות.

מערך הנתונים של טיטניק - מערך נתונים פופולרי למיניה ובחינת מודלים של למיניהם מכונה.

אימון - תהליך שבו אלגוריתם למיניהם מכונה מתחנת נתונים כדי לזהות דפוסים וליצור מודל.

למידת העברה - שיטה של למיניהם מכונה שבה מודל, שהוכשר למשימה אחת, משמש נקודת מוצא למשימה אחרת.

המרת נתונים - תהליך שינוי הפורמט, המבנה או התוכן של נתונים לשימוש עתידי.

דרישות נתונים - קритריונים פורמליים המגדירים את המבנה, הפורמט, השלמות והaicות של המידע הנדרש לתמיכת בתהליכי עסקים.

אובייזציה של תעשיית הבניה - תהליך של טרנספורמציה של מודלים עסקיים מסורתיים לבנייה בהשפעת פלטפורמות.

דיגיטליות, המאפשרת אינטראקציה ישירה בין לקוחות לביצועים ללא מתווכים.

יוניקלאס - מערכת סיווג של רכיבי בנייה מהדור השני והשלישי, בשימוש נרחב בבריטניה.

(תיאור סצנה אוניברסלי) - פורמט נתונים שפותח עבור גרפייה ממוחשבת, אך נמצא בשימוש במערכות הנדסה USD בזכות המבנה הפשט שלו ועוצמאותו מגיאומטריות שונות.

אימות נתונים - תהליך של בדיקת מידע על מנת לוודא שהוא עומד בקריטריונים ובדרישות שנקבעו, המבטה דיקש שלמות ועקביות של הנתונים.

מסד נתונים וקטורי - סוג מיוחד של מסד נתונים המאחסן נתונים בצורה של וקטורים רב-מדדיים לחיפוש סמנטי יעיל והשוואת אובייקטים.

יעזוג וקטורי (הטעה) - שיטה להמרת נתונים לווקטוריים מספריים רב-מדדיים, המאפשרת לאלגוריתמים של מכונה לעבד ולנתח מידע בעילות.

מתודולוגיה המתמקדת בעיבוד, אחסון וניתוח נתונים וקטוריים רב-מדדיים, במיוחד בתחוםים כמו - **VectorOps**. דיגיטליים כפולים וחיפוש סמנטי.

ווייזואליזציה - ייצוג גרפי של נתונים לצורכי תפיסה וניתוח מידע בצורה יעללה יותר.

חלוקת המונחים באלפבית בוצעה לפי שמותיהם באנגלית.

רשימת ספרות וחומרים מקוונים

- [1] אינדקס מסמכים ומדריכים שפורסמו "12 דצמבר 2016 [2017: באינטרנט]" נתוני מדיי מפתח תאריך גישה: 1 ממרץ 2025. [2025]. <https://www.gartner.com/en/documents/3530919>.
- [2] אתגרים מוכרים - גישות חדשות. סקר הבניה הגלובלי 2023, 1, ינואר 2023 [בอינترنت]. [זמן]. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmgsites/xx/pdf/2023/06/familiar-challenges-new-solutions-1.pdf>. [2025]. תאריך גישה: 5 ממרץ 2025.
- [3] פ. ר. ברנרד, "תמונה שווה אלפי מילים," 10 במאי 1927 [בأينترنت]. [זמן]. https://en.wikipedia.org/wiki/A_picture_is_worth_a_thousand_words. תאריך גישה: 15 במרץ 2025.
- [4] [4]
- [5] 'היא הונאת מדריכים חסרת טעם AGI מ. באסטיין', מנכ"ל מיקרוסופט סאטיה נדלה אומר שהצהרה עצמית על 21 בפברואר 2025. [בأينترنت]. [זמן]. תאריך גישה: 15 במרץ 2025.
- [5] ו. א. פורום, "פורום מעצב את עתיד הבניה – נוף במעבר," 1 בינואר 2016 [בأينترنت]. [זמן]. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction.pdf. תאריך גישה: 2 במרץ 2025.
- [6] ס. ד. גילספי, "הסתבכות כדור הארץ בעידן החימר," 2024 [בأينترنت]. [זמן]. <https://ufl.pb.unizin.org/imos/chapter/clay/>.
- [7] פפירות מהמאה ה-3 לפני הספירה. שפה – יוונית, 2024 [בأينترنت]. [זמן]. <https://www.facebook.com/429710190886668/posts/595698270954525>.
- [8] גיטור: שימוש בכלים הזמינים, 1980 [בأينترنت]. [זמן]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10246720/>. [2025]. תאריך גישה: 15 במרץ 2025.
- [9] ניהול על ידי נתונים מה הסטודנטים צרכים להצלחה בעולם העסקי המשתנה בנסיבות, 15 PWC, 2015 [בפברואר 2015]. [בأينترنت]. [זמן]. <https://www.pwc.com/us/en/faculty-resource/assets/PwC-Data-driven-paper-Feb2015.pdf>. [2025]. תאריך גישה: 15 במרץ 2025.
- [10] סקנסקה ארה"ב, מגמות שוק הבניה בסתיו, 2 בנובמבר 2023 [בأينترنت]. [זמן].

[https://x.com/SkanskaUSA/status/1720167220817588714.](https://x.com/SkanskaUSA/status/1720167220817588714)

- [11] ציטוטים היוניים מאוקספורד (מהדורה 4)," (הוצאת אוקספורד, 2016). [בأينترنت]. [זמן] <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780191826719.001.0001/q-oro-ed4-00006236>. [2025 במרץ גישה: 1].
- [12] ציטוט: סונדרגארד על ניתוח נתונים [בأينترنت]. [זמן] <https://www.causeweb.org/cause/resources/library/r2493>. [2025 במרץ גישה: 15].
- [13] מחזק את שוק ניהול הנתונים," 28 במאי 2024. [בأينترنت]. [זמן] AI-איך העניין הגלובלי ב- <https://iot-analytics.com/how-global-ai-interest-is-boosting-data-management-market/>. [2025 במרץ גישה: 15].
- [14] [בأينترنت]. [זמן] מקיווא, י. היסטוריה של ERP," 2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-history.shtml>.
- [15] erpscout, "כמה עולה מערכת ERP: מחיר ERP?", [בأينترنت]. [זמן] <https://erpscout.de/en/erp-costs/>. [2025 במרץ גישה: 15].
- [16] 18 ERP 2022)," דוח ERP 2022, " 1,384 מילדיים אותן על בחירת ERP מה פרויקטי". [בינואר 2022]. [בأينترنت]. [זמן] <https://softwarepath.com/guides/erp-report>. [2025 במרץ גישה: 15].
- [17] דלויט, "ניהול מונחה נתונים בפרויקטים דיגיטליים של הון," 16 בדצמבר 2016. [בأينترنت]. [זמן] <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/Real%20Estate/us-engineering-construction-data-driven-management-digital-capital-projects.pdf>. [2025 במרץ גישה: 1].
- [18] [בأينترنت]. [זמן] ויקיפדיה, "חוק מור", https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law. [2025 במרץ גישה: 15].
- [20] אקסנטור, "בנייה ערך נוסף עם פרויקטים של הון, 1 ינואר 2020. [בأينترنت]. [זמן] <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/r3-3/pdf/pdf-143/accenture-industryx-building-value-capital-projects-highres.pdf>. [2024 במרץ גישה: 3].
- [21] ב. מאר, כמה נתונים אנו מייצרים בכל יום? הסתטיסטיקות המדדיימות שכולם צריכים לקרוא, 2018. [בأينترنت]. [זמן] <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day/>.

data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read.

- [22] כמה נתונים מיוצרים בכל יום, [2024?]. באינטרנט. [זמן]: <https://graduate.northeastern.edu/resources/how-much-data-produced-every-day/>.
- [23] ת. סאלבן, אי. אי. ו."האטספירה" הגלובלית: כמה מידע יהיה לאנושות עד לשנת 2025? [2024?, 2025]. באינטרנט. [זמן]: <https://www.datauniverseevent.com/en-us/blog/general/AI-and-the-Global-Datasphere-How-Much-Information-Will-Humanity-Have-By-2025.html>.
- [24] סטטיסטיקה, מספר כולל של ספרים מודפסים שהופקו באזוריים שונים של מערב אירופה בכל חצי מאה בין השנים 1454-1800 [1800-]. באינטרנט. [זמן]: <https://www.statista.com/statistics/1396121/europe-book-production-half-century-region-historical/>. [2025 גישה: 1 במרץ].
- [25] דוגמאות לקביעת מחירים, [2024]. באינטרנט. [זמן]: <https://cloud.google.com/storage/pricing-examples>.
- [26] מ. אשר, עסקים מעבירים את אחסון הנתונים החוצה ככל שהיא מורכבת יותר, 10 במאי 2024. באינטרנט. [זמן]: <https://www.ciodive.com/news/enterprises-outsource-data-storage-complexity-rises/715854/>. [2025 גישה: 15 במרץ].
- [27] מה? ניתוח התחזית המפתיעה של מנכ"ל מיקרוסופט, 13 ינואר 2025 SaaS האם, JETSOFTPRO. באינטרנט. [זמן]: <https://jetsoftpro.com/blog/saas-is-dead/>.
- [28] עם ביל גורלי וברד גרטנר, BG2 | BG2 | פוד, סטטיה נאולדה 12 בדצמבר 2024. באינטרנט. [זמן]: https://www.youtube.com/watch?v=9NtsnzRFJ_o. [2025 גישה: 15 במרץ].
- [29] גודרייס, טים ברנרס-לי, גודרייס, טים ברנרס-לי, [בأينترنت]. [זמן]: <https://www.goodreads.com/quotes/8644920-data-is-a-precious-thing-and-will-last-longer-than>. [2025 גישה: 15 במרץ].
- [30] KPMG, 4.0: זמן לבנייה, 1 ינואר 2023. באינטרנט. [זמן]: <https://kpmg.com/ca/en/home/insights/2023/05/cue-construction-make-or-break-time.html>. [2025 גישה: 5 במרץ].
- [31] א. דינינגר, ב. קוֹך, ר. באוקהכט ו. לְאַנְגָּהֵנס, שימוש במודלים דיגיטליים לצורכי דקربוניזציה של אתר ייצור: דוגמה להיבור בין מודל הבניין, מודל הייצור ומודל האנרגיה, 2024. באינטרנט. [זמן]: https://www.researchgate.net/publication/374023998_Using_Digital_Models_to_Decarbonize_a_Production_Site_A_Case_Study_of_Connecting_the_Building_Model_Production_Model_and_Energy_Model.
- [32] מכński, שיקום הבניה: דרך לעלייה בפרודוקטיביות, 1 בפברואר 2017. באינטרנט. [זמן]:

<https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf>.

- [33] כוח המשימה לבניית תשתיות לראש ממשלת המושנה, "מחשבה מחדש על הבניה," 1 באוקטובר 2014 [באיינטראנט]. זמין[: https://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking_construction_report.pdf].
- [34] "פורבס" בלו דעה, אתה רק אדם נוסף עם נתונים," 15 ממרץ 2016 [באיינטראנט]. זמין[: <https://www.forbes.com/sites/silberzahnjones/2016/03/15/without-an-opinion-youre-just-another-person-with-data/>]. [תאריך גישה: 15 ממרץ 2025].
- [35] [36] ויקיטקסט, צ'ארלס בabbage, https://en.wikiquote.org/wiki/Charles_Babbage. [תאריך גישה: 15 ממרץ 2025].
- [36] מחקר חדש מגלה שכמעט חצי מהղלים סומכים על בינה מלאכותית יותר מאשר על עצם, SAP, 12 במרץ 2025. [באיינטראנט]. זמין[: <https://news.sap.com/2025/03/new-research-executive-trust-ai/>]. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [37] KPMG-האוציאציה הקנדית לבניה ובנייה בעידן הדיגיטלי, 1 במאי 2021 [באיינטראנט]. זמין[: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ca/pdf/2021/05/construction-in-the-digital-age-report-en.pdf>]. [תאריך גישה: 5 במרץ 2025].
- [38] פיענוח המהפכה התעשייתית החמישית, "זצ" <https://www.pwc.in/decoding-the-fifth-industrial-revolution.html>. [תאריך גישה: 15 ממרץ 2025].
- [39] מ. ק, זכויות פרטיות וביעות ציבוריות: הכלכלה הגלובלית של, מכון פיטרסון לכלכלה בינלאומי, 2012.
- [40] בית הספר לעסקים של הרווארד: מנואל הופן, ערך התוכנה הקוד פתוחה, 24 בינואר 2024. [באיינטראנט]. זמין[: <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=65230>]. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [41] מרכו ניתוח עלויותימי סדנאות ניתוח עלויות של חיל האוויר, מדריך להערכת עלויות פיתוח תוכנה, 1: בספטמבר 2008 [באיינטראנט]. זמין[: <https://www.dau.edu/sites/default/files/Migrated/CopDocuments/SW%20Cost%20Est%20Manual%20Vol%20rev%2010.pdf>].
- [42] מכינסיי, שיפור פרודוקטיביות הבניה, "באיינטראנט". זמין[: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/improving->

תאריך גישה: 15 ממרץ 2025. construction-productivity. [2025]

- [43] א. ג. א. ס. סיירסון, הדרכ המוזרה והנוראה של הפרודוקטיביות ב{}{
 坱枿
 הבניה בארה{}ות הברית, 19 ינואר 2023. [באלינטראנט]. זמין: <https://bfi.uchicago.edu/insight/research-summary/the-strange-and-awful-path-of-productivity-in-the-us-construction-sector/>. [1: תאריך גישה: 2025 ממרץ 2025].
- [44] "מכנסיה", המסירה על פרודוקטיביות הבניה אינה אופציה יותר, 9 באוגוסט 2024. [באלינטראנט]. זמין: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/delivering-on-construction-productivity-is-no-longer-optional>. [2025 תאריך גישה: 5 במרץ].
- [45] הפרסון הנמור בבנייה מעלה את עלויות הבניה, 12 בדצמבר 2022. [באלינטראנט]. זמין: <https://think.ing.com/articles/lagging-productivity-drives-up-building-costs-in-many-eu-countries/>. [2025 תאריך גישה: 15 במרץ].
- [46] מ. ברמן, מנכ"ל מיקרוסופט, תחזית מפתיעה: סוכנים יחליפו את כל התוכנה, 19 בדצמבר 2024. [באלינטראנט]. זמין: <https://www.youtube.com/watch?v=uGOLYz2pgr8>. [2025 תאריך גישה: 15 במרץ].
- [47] ביזנס אינסайдר, מנהל אנתרופיק אומר כי בתוך 3 עד 6 חודשים, הבינה המלאכותית כתובה 90% מהקוד שהוא באחריות המפתחים, 15 ממרץ 2025. [באלינטראנט]. זמין: <https://www.businessinsider.com/anthropic-ceo-ai-90-percent-code-3-to-6-months-2025-3>. [2025 תאריך גישה: 30 ממרץ].
- [48] ברחבי העולם נכון ליוני 2024, לפי (DBMS) סטטיסטה, השוואת פופולריות של מערכות ניהול מסדי נתונים: קטגוריה, יוני 2024. [באלינטראנט]. זמין: <https://www.statista.com/statistics/1131595/worldwide-popularity-database-management-systems-category/>. [2025 תאריך גישה: 15 ממרץ].
- [49] DB-Engines, DB-Engines, דירוג DB-Engines, זמין: <https://db-engines.com/en/ranking>. [2025 תאריך גישה: 15 ממרץ].
- [50] Stack Overflow 2023, 2024. [באלינטראנט]. זמין: <https://survey.stackoverflow.co/2023/>.
- [51] SQL, 2024. [באלינטראנט]. זמין: <https://en.wikipedia.org/wiki/SQL>.
- [52] נתונים מבנים ולא מבנים: מה ההבדל, 2024?. [באלינטראנט]. זמין: <https://www.ibm.com/blog/structured-vs-unstructured-data/>.
- [53] השוואת פורמטים של נתונים עבור פרויקטים בבנייה, 23 אפריל 2024. DataDrivenConstruction.

[זמין: <https://datadrivenconstruction.io/wp-content/uploads/2024/10/COMPARISON-OF-DATA-FORMATS-FOR-CONSTRUCTION-PROJECTS-1.pdf>.

- [54] מודל מידע בנייה, מסמך מידע, [2003]. בינטרנט. [זמין: <https://web.archive.org/web/20030711125527/http://usa.autodesk.com/adsk/servl et/item?id=2255342&siteID=123112>.
- [55] חלק 5: בלאקרוק – מאסטר כל הטכנולוגיות. כיצד תאגידים BIM ו-Boisko, מלחמות לוביסטים ופיתוח שולטים בקוד פתוח, [2024]. בינטרנט. [זמין: <https://bigdataconstruction.com/autodesk-oracle-blackrock-open-source/>].
- [56] ד. אושקוב, מודל יישר - מי ולמה צריך את זה? סקירה של טכנולוגיות מתחמות, 14 נובמבר 2011 תאריך גישה: 02: [זמין: https://isicad.net/articles.php?article_num=14805]. בינטרנט. [זמין: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>]. [2025].
- [57] צ. איסטמן ואחרים, איסטמן, צ'אק; ואחרים, ספטמבר 1974. בינטרנט. [זמין: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>]. תאריך גישה: 15 מרץ 2025.
- [58] ד. אושקוב, מודל יישר - מי ולמה צריך את זה? סקירה של טכנולוגיות מתחמות, 11 נובמבר 2011 תאריך גישה: 15 מרץ: [זמין: https://isicad.net/articles.php?article_num=14805]. בינטרנט. [זמין: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>]. [2025].
- [59] דצמבר 2022. בינטרנט. [זמין: https://www.shapr3d.com/blog/history-of-cad?utm_campaign=cadhISTORYnet]. תאריך גישה: 15 מרץ 2025.
- [60] מסמך מידע על מודל מידע בנייה, [2002]. בינטרנט. [זמין: https://web.archive.org/web/20060512180953/http://images.adsk.com/apac_sapac_main/files/4525081_BIM_WP_Rev5.pdf#expand]. תאריך גישה: 15 מרץ 2025.
- [61] מסמך מידע על מודל מידע בנייה בפועל, [בأينترنت]. [زמין: https://web.archive.org/web/20060512181000/http://images.adsk.com/apac_sapac_main/files/4525077_BIM_in_Practice.pdf]. [2025].
- [62] סגור. אירופה מול שאר העולם: BIM פותה מול BIM 2. חלק 2: BIM ו-BIM. בוויק, לוחמת לוביסטים ופיתוח [זמין: <https://bigdataconstruction.com/lobbyist-wars-and-the-development-of-bim-part-2-open-bim-vs-closed-bim-revit-vs-archicad-and-europe-vs-the-rest-of-the-world/>].

- [63] א. בויוקו, לובי מלחמות על נתונים בתחום הבנייה | טכנולוגיה-פיאודליזם וההיסטוריה של BIMs, 2024. [זמין: https://youtu.be/S-TNdUgfHxk?si=evM_v28KQbGOG0k&t=1360.]
- [64] אדריך גישה לאריך גישה מידע על מודל מידע בנייה, 2002. [בأينترنت. [زמין: https://web.archive.org/web/20060512180953/http://images.autodesk.com/apac_sapac_main/files/4525081_BIM_WP_Rev5.pdf#expand. [2025].]
- [65]ADS, אינטגרציה בעיצוב-דרך-יצור : יתרונות והיגיון, 2001. [בأينترنت. [زמין: https://web.archive.org/web/20010615093351/http://www3.adsk.com:80/adsk/file/s/734489_Benefits_of_MAI.pdf. [2025].]
- [66]מ. שקלט", נתונים מובנים ולא מובנים: הבדלים מרכזיים, 2024. [בأينترنت. [زמין: <https://www.datamation.com/big-data/structured-vs-unstructured-data/>.
- [67]ק. וולארד, הסקת מסקנות על עליית נתונים לא מובנים, 2024. [בأينترنت. [زמין: <https://automationhero.ai/blog/making-sense-of-the-rise-of-unstructured-data/>.
- [68]א. ס. א. ג. ל. ד. ג. א. ל. ט. ג. מייקל פ. גלהר, ניתוח עליות של חוסר אינטראופරibility, 2004. [בأينترنت.] [זמין: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/gcr/2004/nist.gcr.04-867.pdf>. [02: זמין תאריך גישה 2025].
- [69]קרואדפלואר, דוח מדע הנתונים 2016, 2016. [בأينترنت. [زמין: https://visit.figure-eight.com/rs/416-ZBE-142/images/CrowdFlower_DataScienceReport_2016.pdf. [2025].]
- [70]אנו ליטיקס אינדיה מג, 6 המשימות הגוזלות את הזמן הרב ביותר מדאות סינטיסטים, 15 במאי 2019. [במאי 2019.] [זמין: <https://analyticsindiamag.com/ai-trends/6-tasks-data-scientists-spend-the-most-time-doing/>.
- [71]bizreport, דוח: מדעני נתונים מבלים את רוב הזמן בתיקוי, 06 יולי 2015. [בأينترنت. [זמין: <https://web.archive.org/web/20200824174530/http://www.bizreport.com/2015/07/report-data-scientists-spend-bulk-of-time-cleaning-up.html>. [5 מרץ 2025].]
- [72]במדוע: תשובות של סטיבן הוקינג, 27 ביולי 2015. [בأينترنت. [זמין: AMA ס. הוקינג, סדרת https://www.reddit.com/r/science/comments/3nyn5i/science_ama_series_stephen_hawking_ama_answers/. [2025].]
- [73]ב. סייפרס וק. דוקטורוב, פרטיות ללא מונופול: הגנת נתונים וה坦אה, 2024. [בأينترنت. [זמין:

<https://www.eff.org/wp/interoperability-and-privacy>.

- [74] מכון מקינזי העולמי", נתונים פתוחים: שהרור החדשנות וביצועים עם מידע נזלי, "1 באוקטובר 2013. [בأينترنت]. [זמן]: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/open-data-unlocking-innovation-and-performance-with-liquid-information>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [75] א. בויוקו, המאבק למען נתונים פתוחים בתעשייה הבניה. ההיסטוריה של AUTOLISP, intelliCAD, openDWG, ODA ו-openCASCADE, 15 05 2024. [בأينترنت]. [זמן]: <https://boikoartem.medium.com/the-struggle-for-open-data-in-the-construction-industry-2b97200e6393>. [תאריך גישה: 16 בפברואר 2025].
- [76] «ויקיפדיה», מיקרוסופט וקוד פתוח »,[בأينترنت]. [זמן]: https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_and_open_source. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [77] זמן, הופיע בין מודלים של בינה מלאכותית פתוחים וסגורים עשוי להתכוון. הנה למה זה חשוב, 5 בנובמבר 2024. [בأينترنت]. [זמן]: <https://time.com/7171962/open-closed-ai-models-epoch/>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [78] "הוורג", יותר מרבע מהקוד החדש בגוגל נוצר על ידי בינה מלאכותית, "29 אוקטובר 2024. [בأينترنت]. [זמן]: <https://www.theverge.com/2024/10/29/24282757/google-new-code-generated-ai-q3-2024>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [79] להערכת עיבוד אנליטיקה ", 15 בדצמבר 2020-GPUs 2020-מכוני מקינזי דיגיטלי", המקורה העיקרי לשימוש ב- [בأينترنت]. [זמן]: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/tech-forward/the-business-case-for-using-gpus-to-accelerate-analytics-processing>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [80] פו"ס, פו"ס מוניטור קוד פתוח 2019, 2019 [בأينترنت]. [זמן]: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/open-source-monitor-research-report-2019.pdf>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [81] טרברס סמית, "הסוד הפתוח: תוכנה בקוד פתוח ", [בأينترنت]. [זמן]: <https://www.traverssmith.com/knowledge/knowledge-container/the-open-secret-open-source-software/>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025].
- [82] זמין. [בأينترنت]. 2021. תאגידיים בשינויים הנדרדים העברת תהליכי דלויט <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/finance/us-the-data-transfer-process-in-corporate-transformations.pdf>. [תאריך גישה: 15 בפברואר 2025].

- [83] [בأينترنت]. 2024 מרץ 20. ממשלתיים פרויקטים במילוש מלאכותית ובינה אנגלטirska נתוני, gov.uk. <https://www.gov.uk/government/publications/data-analytics-and-ai-in-government-project-delivery/data-analytics-and-ai-in-government-project-delivery>. [5: תאrik gisha זמין]. מרץ 2025.
- [84] [בأينترنت]. 2011 במאי 13. יותר פשוט לא אך, האפשר ככל פשוט להיות צרי הצל: מקור ציטוט <https://quoteinvestigator.com/2011/05/13/einstein-simple/>. [2025: תאrik gisha זמין]. מרץ 15.
- [85] [בأينترنت], (עומקה למידה ארכיטקטורת) טרנספורמר. 2025 מרץ 15: תאrik gisha זמין. [https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer_\(deep_learning_architecture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer_(deep_learning_architecture)).
- [86] סטטיסטיות הורדת חבילות פיתון. 2024. [בأينترنت]. זמין. <https://www.pepy.tech/projects/pandas>.
- [87] 2023. "בפייתון המובילות הספריות 10", בית ראיון. 2025 מרץ 30: תאrik gisha זמין. <https://www.interviewbit.com/blog/python-libraries/#:~:text=With%20more%20than%20137%2C000%20libraries,data%20population%2C%20and%20many%20more>. [2025 מרץ 30: תאrik gisha זמין].
- [88] NVIDIA. 2025 במרץ 7, עבודה תחנות על הגנרטיבית המלאכותית הבינה ואת הנתונים מדע את מזרזות HP-ו NVIDIA. [בأينترنت]. זמין. <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-hp-supercharge-data-science-generative-ai-workstations>. [2025 מרץ 15: תאrik gisha זמין].
- [89] 2024. [בأينترنت]. זמין DataFrame ר. אורק, כיצד לעבד. <https://towardsdatascience.com/how-to-process-a-dataframe-with-millions-of-rows-in-seconds>.
- [90] 2024. [בأينترنت]. זמין. ?
[בأينترنت]. זמין. 2024. קagle זה מה, אוסלו. ז. <https://www.datacamp.com/blog/what-is-kaggle>.
- יוני 2024. [בأينترنت]. זמין COMPUTEX 2024, ג'נון חוות, נאום מפתח ב NVIDIA נשיא. <https://www.youtube.com/live/pKXDVsWZmUU?si=Z3Rj1Las8wiPII2w>. [2025 מרץ 15: תאrik gisha זמין].
- חברים: מייסדים וחברים האגידים. 2024. [בأينترنت]. זמין. <https://www.opendesign.com/member-showcase>.

עבור IFC אחרים מוכנים ליותר על CAD וספקי ADSK הוא דבר מה עבר או מדובר IFC: א. בויוקו, עידן השינוי: ב-14 עובדות מפתח, 24 נובמבר [2024]. באינטראנט. זמין USD [זמין].
<https://boikoartem.medium.com/the-age-of-change-ifc-is-a-thing-of-the-past-or-why-adsk-and-other-cad-vendors-are-willing-to-3f9a82ccd10a>. [פברואר 23: 2025].

המעבר לנוחים ולחילכים והאם תעשיית הבניה זוקה לסמיניקה, פורמטים BIM. א. בויוקו, העולם שלآخر:Tאריך גישה: 23 פברואר 2025. באינטראנט. זמין [2024].
<https://boikoartem.medium.com/the-post-bim-world-7e35b7271119>. [2025].

N. I. o. Health, זמין NIH תוכנית אסטרטגית של, [באיינטראנט]. 2016:למדע הנתונים, https://datascience.nih.gov/sites/default/files/NIH_Strategic_Plan_for_Data_Sciencce_Final_508.pdf. [פברואר 23: 2025].
Tאריך גישה: 23 פברואר 2025.

נתונים גורועים עלים לאלה"ב 3 טריליאון דולר בשנה, 22 ספטמבר 2016 Harvard Business Review, [באיינטראנט]. זמין [<https://hbr.org/2016/09/bad-data-costs-the-u-s-3-trillion-per-year>].

דלה, השפעות איכות הנתונים, 1 ינואר 2025 [באיינטראנט]. זמין [באיינטראנט]. זמין [<https://delpha.io/impacts-of-data-quality/>].

W. B. D. Guide, זמין: החשיבות של שיקולי תפעול ותחזקה במהלך שלב העיצוב של פרויקטי בניה, [באיינטראנט]. זמין [<https://www.wbdg.org/resources/design-for-maintainability>].
Tאריך גישה: 15 מרץ 2025.

O. o. D. C. P. a. Oversight, זמין: מדריך לתכנון מניעת קורוזיה ושליטה עבור מערכות וציוד צבאים, אפריל 2014: [באיינטראנט].
<https://www.dau.edu/sites/default/files/Migrated/CopDocuments/CPC%20Planning%20Guidebook%204%20Feb%202014.pdf>. [פברואר 15: 2025].
Tאריך גישה: 15 מרץ 2025.

גארטנר, איכות נתונים: שיטות עבודה מומלצות לתובנות מדוייקות, 1 ינואר 2025 [באיינטראנט]. זמין [<https://www.gartner.com/en/data-analytics/topics/data-quality>].

עבור רצון של מסמר, זמין [באיינטראנט]. זמין [https://en.wikipedia.org/wiki/For_Want_of_a_Nail].
Tאריך גישה: 15 מרץ 2025.

מכוון מקינזי העולמי, נתונים פתחים: שחרור חדשנות וביצועים עם מידע נזלי, אוקטובר 2013 [באיינטראנט].
<https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/open%20data%20unlocking%20innovation%20and%20per>

- formance%20with%20liquid%20information/mgi_open_data_fullreport_oct2013.pdf
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025].
- PWC, "1 מודעות ESG, זמין [2024]. באינטרנט.
<https://www.pwc.com/kz/en/assets/esg-awareness/kz-esg-awareness-rus.pdf>.
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025].
- [105] [בأينترنت. زمین. 2024.] "ICE, ג. המונד" פחמן מגולל - המלאי של פחמן ואנרגיה [בأينترنت. زمین. ICE], 2024. <https://greenbuildingencyclopaedia.uk/wp-content/uploads/2014/07/Full-BSRIA-ICE-guide.pdf>.
- [106] [בأينترنت. CO2_זמן. 2024.] חישוב הפחמן המגולם, המגולם [בأينترنت. CO2_זמן].
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025]. https://github.com/datadrivenconstruction/CO2_calculating-the-embodied-carbon.
- [107] [בأينترنت. זמן. 2016.] "מKinsey", דמיון העתיד הדיגיטלי של הבניה, יוני 24, 2016 [בأינטראנט. זמן].
[תאריך גישה: מרץ 25, 2025]. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imaging-constructions-digital-future>.
- [108] [בأينترنت. זמן. 2024.] "ס. schwarzbuch" 10 אוקטובר, הספר השחור, מ. ב. [בأينترنت. זמן].
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025]. <https://steuerzahler.de/aktuelles/detail/das-schwarzbuch-202425/>.
- [109] [בأينترنت. זמן. 2025.] SAS, אגמ נתונים ומחן נתונים – הכירו את ההבדל [בأינטראנט. זמן].
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025]. https://www.sas.com/en_is/insights/articles/data-management/data-lake-and-data-warehouse-know-the-difference.html.
- [110] [בأينترنت. ADSK, זמן. 2002.] מודל מידע בנייה [בأינטראנט. ADSK, זמן].
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025]. https://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf.
- [111] [בأينترنت. זמן. 2024.] BIM, א. בויק, מפה של ההיסטוריה [בأינטראנט. זמן].
[תאריך גישה: מרץ 15, 2025]. <https://bigdataconstruction.com/history-of-bim/>.
- [112] [בأينترنت. זמן. 2023.] BIM א. ס. בורקובסקי, הגדרות של BIM, יי. ארגונים וסטנדרטים, 27 דצמבר [בأינטראנט. זמן].
[תאריך גישה: מרץ 5, 2025]. <https://encyclopedia.pub/entry/53149>.
- [113] [בأينترنت. זמן. 2012.] OPEN BIM, תוכנית CAD ספק [בأינטראנט. זמן].
[תאריך גישה: מרץ 30, 2025]. https://web.archive.org/web/20140611075601/http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/.
- [114] [בأينترنت. זמן. 2024.] ויקיפדיה, כלאסת יסוד תעשייה [בأינטראנט. זמן].

- [115] תאריך גישה: 15 ממרץ [בأينترنت]. IGES, «[זמין][בأينترنت]. IGES, ויקיפדיה». [2025].
- [116] בדצמבר 2021 [בأينترنت]. CAD (BIM), 15 א. בויקו, היסטוריה של [בפברואר 24: 2025]. [https://miro.com/app/board/o9J_laML2cs=/].
- [117] T. K. K. A. O. F. B. C. E. L. H. H. E. L. P. N. S. H. T. J. v. L. H. G. D. H. T. K. C. L. A. W. חלק א, 8' נואר - GeoBIM 2019 IFC: פרנצiska נוארדו, מחקר הפניה של תמיכת תוכנת S. [בأينترنت]. [זמין][בأינטראקטיב]. [2025].
- [118] מקומי, "13 אפריל 2021. [בأينترنت] BIM | IFC | BIM | מקסים נצ'יפורנקו | רנה: א. רוגצ'וב", נדר על [זמין][בأינטראקטיב]. [https://www.youtube.com/watch?t=3000&v=VO3Y9uzF9M&feature=youtu.be]. [תאריך גישה: 5 ממרץ 2025].
- [119] בandalן: מודיע זה חינוי ליעילות ולצמיחה, 17 בדצמבר 2024 [בأينترنت]. RETS, 6. ארס [בأינטראקטיב]. [https://www.realpha.com/blog/rets-importance-in-real-estate-explained]. [גישה במרץ 5: 2025].
- [120] עלות טוקן פלקס [בأينترنت]. [2024]. [https://www.adsk.com/buying/flex?term=1-YEAR&tab=flex].
- [121] ודמוקרטיזו את הגישה לנתחים (17. קולוקויום משקיעים – אוניברסיטה – תעשיית BIM-א. בויק, שכחו מ הבניה,") [בأينترنت]. [זמין][https://www.bim.bayern.de/wp-content/uploads/2023/06/Kolloquium-17-TUM-Baprozessmanagement-und-Bauindustrie.pdf].
- [122] ד. היל, ד. פולדזוי, ס. פרר, מ. פרידמן, א. לוך ו-פ. פלאשקה, פתרון חיתת הפרודוקטיביות בתעשייה הבניה [בأינטראקטיב]. [זמין][https://www.bcg.com/publications/2015/engineered-products-project-business-solving-construction-industrys-productivity-puzzle].
- [123] סקוב – סביבת נתוני פרויקטים ודימוי של מוצרים בניוים רב-תכלתיים עם דגש על מעטפת הבניין, 1 נואר [בأينترنت]. [זמין][https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/scope.html]. [2: תאריך גישה 2025].
- [124] כדי לקדם סטנדרטים פתוחים לתוכן תלת-dimensional-OpenUSD-אפל.كوم, פיקסאר, אדובי, אפל ונכידיה מקימים ברית ל מדדי, 1 באוגוסט [בأينترنت]. [זמין][https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/scope.html].

- [124]] <https://www.apple.com/newsroom/2023/08/pixar-adobe-apple-adsk-and-nvidia-form-alliance-for-openusd/>. [2025 תאריך גישה: 2 במרץ].
- [125]] <https://aecmag.com/technology/autodesks-granular-data-strategy/>. [15 תאריך גישה: 2025 מאי].
- [126]] <https://boikoartem.medium.com/the-age-of-change-ifc-is-a-thing-of-the-past-or-why-adsk-and-other-cad-vendors-are-willing-to-3f9a82ccd10a>. [23 תאריך גישה: 2025 פברואר].
- [127]] <https://zeldman.com/2008/05/06/content-precedes-design/>. [2025 במרץ 15 תאריך גישה: בוגריה].
- [128]] <https://www.kaggle.com/code/artemboiko/dwg-analyse-with-chatgpt-datadrivenconstruction>. [2025 מרץ 15 תאריך גישה: בוגריה].
- [129]] <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-on-books/rewired>. [2025 מרץ 30 תאריך גישה: מכרז].
- [130]] <https://www.forbes.com/sites/brentdykes/2016/03/31/data-storytelling-the-essential-data-science-skill-everyone-needs/>. [2025 מרץ 15 תאריך גישה: פורבס].
- [131]] https://books.google.de/books/about/Graphics_and_Graphic_Information_Process.html?id=csqX_xnm4tcC&redir_esc=y. [2025 במרץ 15 תאריך גישה: ג'. ברטין].
- [132]] <https://www.causeweb.org/cause/resources/library/r1266>. [2025 מרץ 15 תאריך גישה: כוילקס וולס].

- [134] מגזין משרד, איך המדע גילה את הבריאה, נואר 1986 [1986]. באינטרנט. [זמן] <https://www.ministrymagazine.org/archive/1986/01/how-science-discovered-creation>. [2025 מרץ 15: תאריך גישה]
- [135] המרה מונחתנת נתונים: האצה בקנה מידעה עכשו, 23 Mai 2017 [2017]. באינטרנט. [זמן] <https://www.bcg.com/publications/2017/digital-transformation-transformation-data-driven-transformation>. [2024 Mai 15: תאריך גישה]
- [136] איך לבנות ארכיטקטורת נתונים כדי להניע הדשנות - היום ומהר, 3 ביוני 2020 [2020]. באינטרנט. [זמן] <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/how-to-build-a-data-architecture-to-drive-innovation-today-and-tomorrow>. [15: תאריך גישה במרץ 2025]
- [137] אוקספורד, וודרו וילסון, 1856–1924, [1924–1856], באינטרנט. [זמן] <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/acref/9780191866692.001.0001/q-oro-ed6-00011630>. [2025 מרץ 15: תאריך גישה]
- [138] מומשיים, באינטראקט. [זמן] <https://datadrivenconstruction.io/index.php/convertors/>.
- [139] סיכון הפרס מהו הערך האמיתי של בינה מלאכותית עבור העסק שלך וכייזה תוכל להפיק תועלת, PWC, 1? [2017]. נואר 2017. באינטרנט. [זמן] <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>. [2025 פברואר 18: תאריך גישה]
- [140] צנרת בבנייה, https://datadrivenconstruction.io/index.php/pipeline-in-construction/.
- [141] ויקיפדיה, אפצ'י נIFI, ינואר 1, 2025 [2025]. באינטרנט. [זמן] https://de.wikipedia.org/wiki/Apache_NiFi. [2025 מרץ 5: תאריך גישה]
- [142] אוטו-מגיב: צור טווחות תגובה להודעות דוא"ל נכנסות, 1 Mai 2024 [2024]. באינטרנט. [זמן] <https://n8n.io/workflows/2271-gmail-ai-auto-responder-create-draft-replies-to-incoming-emails/>. [2025 מרץ 15: תאריך גישה]
- [143] של זילו, גוגל שיטס וגימיל, 1 במרץ 2025 [2025]. באינטרנט API אוטומציה של עסקאות יומיות בנדל"ן עם n8n. [זמן] <https://n8n.io/workflows/3030-real-estate-daily-deals-automation-with-zillow-api-google-sheets-and-gmail/>. [2025 מרץ 15: תאריך גישה]

- [144] B. T. O'Neill, 85% = – שיעורי כישלון עבור פרויקטים של אנליטיקה, אינטלקטואלית מלאכותית ונתוני ענק [2025]. ינואר [זמין 1]. באינטרנט. <https://designingforanalytics.com/resources/failure-rates-for-analytics-bi-iot-and-big-data-projects-85-yikes/>.
- [145] ג'. ניימן, על שני היבטים השונים של השיטה הייצוגית: שיטת הדגימה השכבותית ושיטת הבחירה המכוונה [1934]. הוצאת אוניברסיטת אוקספורד.
- [146] ג'סি פרלה, בעיה שהביצה את מילטון פרידמן, כלכלת כמותית עם ג'וליה, 1 ינואר 2025 [2024]. ג'סィ פרלה, בעיה שהביצה את מילטון פרידמן, כלכלת כמותית עם ג'וליה, 1 ינואר 2025 [זמין]. באינטרנט. https://julia.quantecon.org/dynamic_programming/wald_friedman.html. ג'סיה: 1 Mai 2024.
- [147] ט. לנDSL-וולפר, חזוי מצב הרוח של האומה בהווה, משמעות 2012 [2024].
- [148] א. בויקו, סן פרנסיסקו. מגזר הבניה [2024], 1980-2019 [זמין]. באינטרנט. <https://www.kaggle.com/search?q=San+Francisco.+Building+sector+1980-2019>.
- [149] פרויקטים, "Kaggle: RVT IFC 5000" [2024]. באינטרנט. <https://www.kaggle.com/datasets/artemboiko/rvtifc-projects>.
- [150] CFMA, מוכנים לעתיד עם בניה מחוברת [2025]. באינטרנט. <https://cfma.org/articles/preparing-for-the-future-with-connected-construction>. ג'סיה: 15 March 2025.
- [151] נכשלו, "Io טיסקו", סקר טיסקו מגלה שכמעט שלושה רביעים מהפרויקטים של Cisco [2017]. באינטרנט. <https://newsroom.cisco.com/c/r/newsroom/en/us/a/y2017/m05/cisco-survey-reveals-close-to-three-fourths-of-iot-projects-are-failing.html>.
- [152] תנאים הנדרשים לשימור מאובנים של צמחים [2024]. באינטרנט. <https://ucmp.berkeley.edu/IB181/VPL/Pres/PresTitle.html>.
- [153] על אג"ח, מיזוגים ורכישות, מיתון בארה"ב, בחריות: ריאיון מלא [2023]. באינטרנט. <https://www.bloomberg.com/news/videos/2023-09-29/blackrock-s-fink-on-m-a-recession-election-full-intv-video>.
- [154] מפורסמים, "AI אסוןות 12" [2024]. באינטרנט. <https://www.cio.com/article/190888/5-famous-analytics-and-ai-disasters.html>. ג'סיה: 15 March 2025.

- [155]] זמין. קספרוב, חשיבה عمוקה. g. PublicAffairs, 2017.
- [156]] זמין 1 "Kaggle," ינואר 2025 [בأينترنت]. [2025: https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle. تاريخlishah 15 ממרץ 2025].
- [157]] זמין "Kaggle, 1 ינואר 2025 [בأينترنت]. טיטאני - למידת מכונה מסון." تاريخlishah 10 ממרץ 2025: https://www.kaggle.com/competitions/titanic/overview.
- [158]] זמין ChatGPT: ש. יהורי, יצירה מנתונים לדיאלוג," 2024 [בأينترنت]. https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2023/the-making-of-chatgpt-from-data-to-dialogue/.
- [159]] זמין פ. דומינגו, "כמה דברים מעולים לדעת על למידת מכונה," 2024 [בأينترنت]. https://homes.cs.washington.edu/~pedrod/papers/cacm12.pdf.
- [160]] זמין ג. סאראמאגו, ציטוט ציטוט [בأينترنت]. זמין https://www.goodreads.com/quotes/215253-chaos-is-merely-order-waiting-to-be-deciphered. تاريخlishah 17 ממרץ 2025.
- [161]] זמין NVIDIA NeMo Curator Classifier," 19 דצמבר 2024 [בأينترنت]. https://developer.nvidia.com/blog/enhance-your-training-data-with-new-nvidia-nemo-curator-classifier-models/. تاريخlishah 25 ממרץ 2025.
- [162]] זמין AI וכלי נתוני Cosmos Foundation מכריזה על שחרור משמעותי של מודלים עולמיים של NVIDIA פיזיים," 18 ממרץ 2025 [בأينترنت]. https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-announces-major-release-of-cosmos-world-foundation-models-and-physical-ai-data-tools. تاريخlishah 25 ממרץ 2025.
- [163]] זמין NVIDIA, "NVIDIA Isaac Sim," [בأينترنت]. https://developer.nvidia.com/isaac/sim. تاريخlishah 25 ממרץ 2025.
- [164]] זמין מ. רבונו, מדוע אסטרטגיות דיגיטליות נכשלות 25 ינואר 2018 [בأينترنت]. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/why-digital-strategies-fail. تاريخlishah 15 ממרץ 2025.
- [165]] זמין. [בأينترنت] 2006. פרידמן מילטון של האהובות מילוטיו, פרי. יג. מ. https://www.aei.org/carpe-diem/my-favorite-milton-friedman-quotes/. [1: تاريخlishah 2025].

- [166] קשרים אחר ההיפוך: קוונטום, פיזיקה, מידע, וילד. א. ג. חלק 5: בלארוק – מסטר כל הטכנולוגיות. כיצד תאגידים שליטים BIM א. בויקו, לוחמתLOBISTIM ופיתוח [2024]. בAIнетРНТ. [זמן]
- [169] עבר מודלים של בניינים בפורמט בינארי, אינפורמיטיקה SPARQL מנוע שאילותות IFC&RVT, 2024. הנדסה מתקדמת, 2024.
- [170] מספר העסקים במגזר הבנייה בבריטניה בשנת 2021, לפי גודל העסק. [2024]. באינטראנט. [זמן] <https://www.statista.com/statistics/677151/uk-construction-businesses-by-size/>.
- [171] מ. פופובה, זה מתרך בית: הפיזיקאי החלוץ ג'ון ארצ'יבולד וילר על מידע, טבע המציאות ולמה אנו חיים בקיים. תאריך גישה: פברואר 2025. [2008]. משתחף, https://www.themarginalian.org/2016/09/02/it-from-bit-wheeler/. באינטראנט. [זמן]
- [172] שרט. גרמניה. BIM מלחמות לובינג על נתונים בבנייה | טכנולוגיה-פיאודליזם וההיסטוריה של העבר הנستر של ארטימום בויקו, 2023.
- [173] שיליפת מסמכים ונתונים אוטומטית מפרויקטים, 16 נובמבר | REVIT-IFC, א. בויק | CHATGPT עם 2023. תאריך גישה: מרץ 2025. [באיינטראנט. [זמן]]
- [174] מ. וחברה, שלושה מנדרים חדשים לתקיפת הערך המלא של טרנספורמציה דיגיטלית, 22 ינואר 2022. תאריך גישה: פברואר 15, 2025. [באיינטראנט. [זמן]]
- [175] בנייה בעולם הדיגיטלי, 1, במאי 2021. KPMG, [באיינטראנט. [זמן]] <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ca/pdf/2021/05/construction-in-the-digital-age-report-en.pdf>. [2024]. תאריך גישה: 5 באפריל 2023.
- [176] LLP, KPMG, Cue Construction 4.0: [באיינטראנט. [זמן]] <https://kpmg.com/ca/en/home/insights/2023/05/cue-construction-make-or-break>

- [תאריך גישה: 15 פברואר 2025] time.html.
- [179] ינואר 2025. באינטרנט [2025]. SaaS, 10 א. ביינס, סאטיה נדלה חושף כיצד סוכני בינה מלאכותית יפרו את מודלי] זמין: <https://www.outlookbusiness.com/artificial-intelligence/microsoft-ceo-satya-nadella-reveals-how-ai-agents-will-disrupt-saas-models>. [2025 מץ 15: תאריך גישה]
- [180] פורבס", נקיי נתוני ביג: משימת מדע הנתונים הכי צריכה זמן, hei לא מהנה, סקר אומר, " 23 מרץ 2016] פורבס, גיל פרץ [בأينترنت]. זמין: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/03/23/data-preparation-most-time-consuming-least-enjoyable-data-science-task-survey-says/>. [תאריך גישה: 15 מץ 2025]
- [181] משרד החוץ, לענייני חבר העמים ופיתוח בריטניה, אסטרטגיית פיתוח דיגיטלי עד 2030 18 במרץ 2024] מילן, ג'ון [בأينترنت]. זמין: <https://www.gov.uk/government/publications/digital-development-strategy-2024-to-2030/digital-development-strategy-2024-to-2030>. [תאריך גישה: 15 במרץ 2025]
- [182] חזון אסטרטגי בתעשייה עיצוב הבניינים, 7 בנובמבר 2003] מילן, ג'ון [בأينترنت]. זמין: <https://web.archive.org/web/20030711125527/http://usa.adsk.com/adsk/servlet/item?itemID=2255342&siteID=123112>. [תאריך גישה: 5 במרץ 2025]
- [183] מ. בוצ'ארוב, מודליזציה מידע, מרץ 2025] מילן, ג'ון [בأينترنت]. זמין: <https://www.litres.ru/book/mihail-evgenevich-bocharov/informacionnoe-modelirovanie-v-rossii-71780080/chitat-onlayn/?page=5>. [תאריך גישה: 15 מץ 2025]
- [184] עיצוב משולב-דרך-ייצור: יתרונות והגין, 2000] מילן, ג'ון [בأينترنت]. זמין: https://web.archive.org/web/20010615093351/http://www3.autodesk.com:80/ads/files/734489_Benefits_of_MAI.pdf. [תאריך גישה: 25 מץ 2025]
- [185] היא קמפני שיווקי, 12 מרץ 2012] מילן, ג'ון [בأينترنت]. זמין: Open BIM תוכנית ספק CAD] מילן, ג'ון [בأינטראקטיבי. זמין: <https://web.archive.org/web/20120827193840/http://www.graphisoft.com/openbim/>. [תאריך גישה: 30 מץ 2025]

אינדקס נושאים

- ג'
- תלית מימד, 263, 234, 232, 215, 210, 191, 84, 73, 71, 14, 8, 276, 277, 287, 298, 299, 302, 303, 306, 307, 337, 375, 393, 394, 448, 468, 480
- תעשייה, 4287, 237, 234, 229, 210, 199, 196, 172, 84, 43, 4.0
- 5D, 84, 172, 196, 210, 237, 287, 492
- ט 6235, 234, 233, 232, 229, 196, 172, 7287, 234, 233, 232, 8287, 234, 233, 232, 229, 196, 172, 7
- א 395, 116, 107, 106, 103, 102, 100, 52, 50, 3, 457, 459, 461, 477, 289, 3, מטרה AMS, 14, 84, 151, 153, 369, 367, 366, 364, 363, 362, 361, 311, אפאי' אירפלאו, 371, 399, 494 אפקה ניפי, 494, 482, 399, 371, 368, 367, 361, 311, 116, 378, 330, 62, אפקה אורק, 494, 381, 380, 67, 62, אפקאי' פארקט API, 54, 94, 95, 97, 109, 137, 138, 154, 168, 218, 219, 256, 257, 260, 271, 273, 294, 295, 296, 297, 300, 308, 326, 329, 342, 366, 369, 370, 488
- ב 259, 258, בס' 383, 245, 67, 9, נתונים ענק, 73, 72, 71, 70, 63, 60, 58, 56, 24, 17, 14, 3, 6, 4, 3, 2, בים, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 92, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 150, 154, 156, 166, 172, 183, 184, 186, 187, 190, 195, 196, 208, 210, 211, 213, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 227, 228, 237, 238, 239, 242, 243, 246, 250, 251, 252, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 266, 271, 272, 273, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 285, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 308, 309, 324, 333, 344, 351, 356, 358, 361, 367, 372, 376, 383, 389, 402, 403, 405, 413, 416, 431, 448, 462, 466, 475, 476, 480, 492, 494, 497, CAE, 16, 283
- ט CAFM, 14, 24, 62, 84, 151, 153, 172, 233, 278, 326, 356, 387, 458, 473, 78, 16, הוצאות הון, 82, 14, CDE, 84, 175, 388, 389, 390, 307, 303, 221, 129, 124, 110, 109, 104, 103, צ'אטג'יפסי, 343, 349, 421, קלוד, 343, 329, 300, 221, 219, 166, 133, 129, 109, 104, 103, 349, 381, 429, 443, CO2, 72
- ט CO₂, 229, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 243, 292, 289, 156, קובי, 477, 170, 169, 168, 56, מרכז מצוינות, 459, 116, 114, קופילוט, CPIXML, 143, 272, 273, 276, 277, 279, 285, 296, ס.פ. א.ם, 473, 326, 233, 175, 166, 62, 17, 14, CQMS, 14, 84, 177, 178, 462, CRM, 109, 369, 459, CRUD, 51, 459, CSG, 263
- ט CSV, 61, 62, 88, 89, 120, 123, 128, 129, 130, 131, 135, 168, 268, 272, 280, 329, 333, 344, 354, 356, 357, 373, 377, 378,

379, 380, 401, 407, 414, 474, 480

361, 362, 363, 365, 383, 384, 450, 475

ת

414, 285, 284, 281, 280, 278, 277, 276, 366, 365, 363, 362, 337, 336, 320, ממשלת נתונים 401, 400, 398, 396, 395, 373, 389, 388, 387, 386, 385, 384, 376, 373, 214, 390, 400 אגם נתונים 388, 387, 386, 373, 67, 401, 400, 396, 395, 373, 401, 397, 395, 373, 400, 383, 382, נתונים-ביטחונות 487, 486, 484, 461, 460, 170, 50, 131, 130, 129, 125, 123, 122, 121, 117, 67, 133, 134, 135, 137, 219, 220, 224, 237, 308, 328, 329, 330, 332, 333, 344, 345, 347, 348, 354, 365, 377, 381, 409, 414, 415, 475 475, 401, 400, 399, 398, 373, 170, דאטאפרימ, 219, 166, 133, 129, 124, 110, 109, 107, 104, 103, 221, 300, 329, 343, 349, 381, 421, 429, 443, 494 357, 227, 186, 140, 8, 303, 304, 307, 357, 376, 497 390, 389, 388, 387, 386, 384, 383, 382, 376, 373, 67, 277, 73, 8, דגן

האות "ה"

ECM, 58, 175 ECS, 142 איר, eLOD, 289 הוראת אנגלית בשפה זרה 385, 384, 198, 166, 14, איפי ERP, 2, 11, 12, 14, 17, 18, 24, 25, 58, 62, 109, 153, 166, 172, 175, 196, 198, 210, 232, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 249, 272, 277, 278, 279, 282, 326, 351, 356, 361, 369, 387, 388, 389, 390, 458, 462, 473, 475, 487, 492 ESG, 196, 235, 236, 238 ETL, 6, 1.1-8, 32, 49, 81, 113, 116, 119, 128, 188, 193, 219, 291, 311, 312, 317, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 330, 331, 333, 338, 339, 340, 343, 344, 348, 349, 350, 351, 353, 354, 356, 361, 362, 363, 364, 365, 367, 371, 372, 381, 382, 383, 384, 385, 399, 409, 430, 475, 481, 494 132, 125, 123, 120, 111, 88, 85, 66, 65, 62, 61, 57, אקסל 154, 167, 187, 210, 223, 224, 226, 227, 228, 278, 291, 329, 333, 342, 351, 365, 376, 378, 459, 475 345, 330, 328, 326, 324, 323, 311, 193, 134, 128, 81, חילוץ

ג

נוצרת, 378, 330, 123, 62, FPDF, 339, 340, 341, 342, 343 GDPR, 109 GIS, 58 GLTF, 143, 278 גוגל שיטס, 370, 368, גרוק, 349, 343, 329, 300, 221, 219, 166, 133, 129, 104, 103, 381, 429, 443

ה

HDF5, 62, 67, 123, 329, 330, 378, 379, 380 HiPPO, 29, 37, 95, 424, 477, 484, 490 HTML, 123, 340, 365, 370

אכ

IDS, 289, 290, 291 IFC, 8, 73, 138, 142, 186, 227, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 272, 273, 276, 277, 278, 279, 280, 284, 286, 292, 296, 302, 329, 357, 414, 415, 417, 497 IGES, 262, 263, 276 iLOD, 289 IoT, 10, 18, 67, 271, 367, 369, 405, 413, 417, 418, 419, 455, 460, 465, 482, 484 ISO 19650, 388

ו

JavaScript, 320, 369, 378 JSON, 88, 89, 90, 92, 123, 128, 142, 269, 272, 280, 329, 330, 333, 378, 474, 480 Jupyter Notebook, 114, 115, 116, 130, 187, 224, 330, 346, 417, 425

ל

Kaggle, 115, 121, 130, 187, 224, 303, 307, 330, 346, 408, 415, 417, 425, 426, 430, 431, 433 k-NN, 392, 393, 442, 445, 446, 447, 448 KPI, 245, 311, 317, 318, 319, 320, 321, 324, 353, 372, 389, 478, 479

ל

۷۰

LEED, 235, 236, 238
 LlaMa, 103, 104, 120, 124, 129, 133, 166, 219, 300, 329,
 343, 349, 381, 421, 429, 443, 494
 LLM, 3, 4, 24, 29, 50, 51, 52, 55, 56, 92, 95, 99, 102, 103,
 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114,
 115, 116, 118, 120, 124, 125, 126, 129, 131, 133, 134,
 135, 166, 187, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 226, 231,
 237, 238, 251, 294, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306,
 307, 308, 309, 328, 329, 332, 333, 334, 335, 336, 338,
 339, 340, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 354, 370,
 372, 376, 381, 382, 392, 394, 399, 413, 425, 429, 430,
 432, 433, 435, 443, 444, 457, 460, 461, 476, 488, 494
 338, 334, 333, 326, 325, 323, 311, 193, 134, 128, 81, 339,
 342, 343, 361, 362, 363, 365, 367, 383, 384, 450,
 475
 לוד 289, 287, 287
 לוי 287, 287
 לומד 287
 קעד-לואן 368, 369

n

- matplotlib, 123, 306, 320, 333, 335, 342, 372, 409, 411, 494
- מקודם, 284, 257, 78, 77, 14, 492, 175, 14, מ"מ משפט, 462, 296, 285, 284, 283, 234, 65 MySQL, 300, 221, 219, 166, 133, 129, 110, 107, 104, 103, 329, 343, 349, 381, 421, 429, 443, 494 מ"רפ, 12, 11, מיקרוסופט פרויקט, 70, 330, 329, 291, 65, 64, 63, מיסקיי, 306

1

n8n, 116, 311, 361, 368, 369, 370, 371, 372
 NLP, 69, 394
 לא-קייד 369, 368, 369
 כורובס 285, 284, 283, 282, 142, 276
 NWC, 8, 276

N

285, 284, 281, 280, 278, 277, 276, 273, 143, אובייקט
אוקרי, 273
OCR, 69, 128, 132, 134
Omniclass, 154, 155, 156
Open Bim, 142, 216, 219, 256, 261, 278, 291
494, 275, 273, 108, 107, 98, 97, 55, 45, קוד פתוח
ינשוף, 269, 268, 267,

פנדות, 125, 123, 122, 121, 120, 119, 118, 117, 103, 67, 56, פנדות,
130, 134, 138, 186, 187, 220, 221, 225, 227, 269, 300,
303, 328, 329, 330, 377, 378, 380, 403, 403, 403, 403,
403, 403, 403, 403, 40311, 40311, 40311, 403, 403, 403,
403, 403, 403, 403, 403, 403, 40, 412, 414, 414, 475, 479, 494
386, 382, 381, 380, 379, 378, 373, 330, 329, 123, 67, פרקט
401, 403, 414, 474, 480

PDF, 69, 70, 71, 85, 111, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132,
134, 146, 147, 177, 186, 190, 191, 211, 215, 278, 338,
339, 340, 341, 342, 344, 345, 345, 354, 354, 354, 354, 345,
345, 345, 345, 345, 345, 345, 345, 345, 345, 345, 345, 356,
356, 335, 335,, 357, 365, 376, 475, 480, 497

PDM, 16

PHP, 63, 339

צינור, 349, 312, 311, 308, 307, 303, 183, 128, 115, 53, 44,
350, 351, 352, 354, 355, 356, 367, 370, 417, 430, 476

PLM, 16, 246

פלג, 296, 272, 8, פלג

פלטני, 372, 337, 336, 320, פלטני

PMIS, 3, 24, 32, 62, 152, 196, 198, 211, 239, 240, 245, 246,
247, 248, 249, 250, 272, 326, 351, 387, 388, 389, 390,
458, 462, 487

PMS, 84, 151, 233

פאוולSQL, 63, 64, 65, 329, 395

פאוירBI.א.א., 482, 372, 320, הפאוירBI.א.א.

הו פרט, 487, 464,

פ.ת.ה, 129, 119, 118, 117, 115, 114, 112, 105, 103, 63, 56,
130, 131, 133, 134, 135, 166, 167, 179, 187, 219, 224,
225, 227, 303, 304, 308, 320, 329, 330, 332, 333, 339,
340, 346, 348, 356, 367, 369, 372, 378, 409, 417, 426,
459, 475, 476, 479, 494

שאלת

225, 223, 221, 219, 218, 217, 216, 215, 214, 196, 72, טוֹרֵה,
226, 228, 237, 238, 242, 243, 251, 301, 302, 475, 479
343, 329, 300, 221, 219, 166, 133, 129, 124, 104, 103, יְמִינָה,
349, 381, 429, 443

7

ר'ג 116, 111, 111,
מערכת ניהול בסיסי נתוניים 89, 82, 65, 64, 63,
ר"ץ 269, 268, 267,
ר'אקס 474, 357, 333, 332, 331, 179, 177, 136, 126,
RFID 8, 18, 58, 84, 418, 419, 455, 460, 465, 482
ה�始 על השקעה 479, 389, 370, 351, 321, 319, 317, 311,
רפ"מ 334, 333, 331, 151, 84, 14,
רב"ט 329, 302, 300, 296, 272, 227, 186, 140, 77, 73, 8,

357, 376, 414, 415, 417, 497

U

O

Uniclass, 154, 155, 156
 285, 284, 281, 280, 279, 278, 277, 276, 255, 143, 142,
 286, 292, 296

V

קיטורופ, 401, 400, 398, 373
 VR, 84, 271, 285

I

ויטבקס, 243, 242, 240

X

T

XLSX, 8, 61, 62, 123, 128, 129, 231, 268, 276, 277, 280, 296,
 299, 308, 351, 373, 377, 378, 379, 380, 401, 474, 480
 XML, 61, 88, 89, 92, 128, 143, 269, 272, 277, 280, 291, 299,
 329, 378, 414, 474

אָסָס, 458, 52, 51, 50, 24,
 הַיּוֹנָה, 277, 273,
 SDK, 139, 141, 257, 264, 273, 281, 286, 296, 329, 414
 סִיבָן, 412, 408, 337, 336, 320, 123,
 סְפָאָרָקָל, 269,
 SQL, 63, 65, 66, 88, 89, 103, 105, 119, 123, 166, 168, 268,
 269, 276, 277, 300, 329, 376, 392, 494
 סְלִיט, 363, 329, 296, 167, 166, 65, 64, 63,
 שְׁלָב, 292, 277, 276, 272, 266, 263, 262, 261,
 דְּרִימָה, 337, 336,
 SVF, 142, 276, 285

טְּרֻנוּסְפּוּרְמֶצְיה, 333, 331, 330, 326, 325, 323, 311, 193, 128,
 334, 340, 341, 342, 344, 347, 361, 362, 363, 365, 367,
 383, 384, 450, 475